

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年12月16日

出願番号  
Application Number: 特願2003-417953  
[ST. 10/C]: [JP2003-417953]

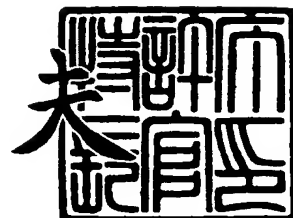
出願人  
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社



2004年 1月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願  
【整理番号】 J0105315  
【提出日】 平成15年12月16日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H05B 33/10  
【発明者】  
    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
    【氏名】 武井 周一  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002369  
    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100107836  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 西 和哉  
【代理人】  
    【識別番号】 100064908  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 志賀 正武  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100101465  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 青山 正和  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 38287  
    【出願日】 平成15年 2月17日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 56966  
    【出願日】 平成15年 3月 4日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 008707  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0302709

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

対向する電極間に、異なる発光色を示す複数種類の発光層と、電子注入層とが形成された電気光学装置であって、

前記電子注入層は、複数の金属化合物によって形成されていることを特徴とする電気光学装置。

**【請求項 2】**

前記複数の金属化合物は、アルカリ金属、アルカリ土類金属及び希土類金属のうちいずれか一つを主成分として有することを特徴とする請求項 1 に記載の電気光学装置。

**【請求項 3】**

前記複数の金属化合物は、混在して形成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の電気光学装置。

**【請求項 4】**

前記複数の金属化合物は、積層して形成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の電気光学装置。

**【請求項 5】**

前記複数の金属化合物が積層される順番は、金属化合物の化学結合力の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 4 に記載の電気光学装置。

**【請求項 6】**

前記複数の金属化合物が積層される順番は、金属化合物の金属の価数の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 4 に記載の電気光学装置。

**【請求項 7】**

前記複数の金属化合物が積層される順番は、金属化合物の金属のイオン半径の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 4 に記載の電気光学装置。

**【請求項 8】**

前記複数の金属化合物が積層される順番は、金属化合物の金属の仕事関数の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 4 に記載の電気光学装置。

**【請求項 9】**

前記対向する電極のうち、前記電子注入層と接触配置する電極は、前記金属化合物に対する還元性を有した金属を備えていることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の電気光学装置。

**【請求項 10】**

異なる発光色を示す複数種類の発光層と、電子注入層と、陰極とが形成された電気光学装置の製造方法であって、

前記電子注入層を形成する工程は、複数の金属化合物を用いて形成することを特徴とする電気光学装置の製造方法。

**【請求項 11】**

前記電子注入層を形成する工程においては、前記複数の金属化合物を混在させて形成することを特徴とする請求項 10 に記載の電気光学装置の製造方法。

**【請求項 12】**

前記電子注入層を形成する工程においては、前記複数の金属化合物を積層させて形成することを特徴とする請求項 10 に記載の電気光学装置の製造方法。

**【請求項 13】**

前記電子注入層を形成する工程においては、前記金属化合物を形成する順番が前記金属化合物の化学結合力の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 12 に記載の電気光学装置の製造方法。

**【請求項 14】**

前記電子注入層を形成する工程においては、前記金属化合物を形成する順番が金属化合物の金属の価数の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 12 に記載の電気光学装置の製造方法。

**【請求項 1 5】**

前記電子注入層を形成する工程においては、前記金属化合物を形成する順番が金属化合物の金属のイオン半径の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電気光学装置の製造方法。

**【請求項 1 6】**

前記電子注入層を形成する工程においては、前記金属化合物を形成する順番が金属化合物の金属の仕事関数の大小によって規定されていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電気光学装置の製造方法。

**【請求項 1 7】**

前記陰極を形成する工程は、前記金属化合物に対する還元性を有した金属を用いて形成することを特徴とする請求項 1 0 から請求項 1 6 のいずれかに記載の電気光学装置の製造方法。

**【請求項 1 8】**

請求項 1 から請求項 9 のうちいずれかに記載の電気光学装置を備えたことを特徴とする電子機器。

**【書類名】明細書****【発明の名称】電気光学装置及びその製造方法、並びに電子機器****【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、電気光学装置及びその製造方法、並びに電子機器に関する。

**【背景技術】****【0 0 0 2】**

発光層を備える発光装置としては、例えば、有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機 E L と称す）素子を備える有機 E L 表示装置がある。有機 E L 素子は、対向する一对の電極の間に、有機 E L 層（発光層）を含む有機機能層が配置されたものが一般的である。

有機 E L 表示装置は、カラー表示を行う場合、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の各色に対応する発光波長帯域を持つ複数種類の有機 E L 層を有する。基板上には、上記各色に対応する有機 E L 層が所定の配列で配置される。

**【0 0 0 3】**

有機 E L 表示装置では、輝度、発光効率等の発光特性を向上させるために、陰極（電極）から有機 E L 層への電子注入を促進するための電子注入層を形成する場合があります、この電子注入層は、金属フッ化物等を蒸着法によって形成されるのが一般的であった（例えば、特許文献 1、2、3 参照。）。

**【特許文献 1】** 特開平 1 1 - 1 9 1 4 9 0 号公報**【特許文献 2】** 特開平 1 0 - 7 4 5 8 6 号公報**【特許文献 3】** 特開 2 0 0 0 - 1 1 3 9 7 6 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 4】**

しかしながら、複数種類の有機 E L 層の全てに対して、電子注入層を同一状態に配置すると、有機 E L 層の種類ごとに発光特性に優劣が生じてしまうという問題があった。例えば、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の有機 E L 層に対して、L i F からなる電子注入層を一樣に形成した場合には、青色（B）の発光特性は所望に得られる。また、L i F 以外の金属化合物からなる電子注入層を一樣に形成した場合には、青色（B）以外の発光特性を所望に得られる場合がある。従って、所望のカラー表示を得るためには、各有機 E L 層に対して、異なる種類の電子注入層をそれぞれ配置する必要がある。

**【0 0 0 5】**

このような電子注入層を所望の位置のみに形成する方法として、マスク蒸着法が用いられているが、この方法によれば、蒸着箇所を特定するためのマスクが必要となるだけでなく、マスクと基板とを高い精度で位置合わせする必要がある、基板上に蒸着箇所が多数ある場合の位置合わせが困難であるという問題があった。

また、電子注入層の接触配置する陰極は、一般的に蒸着法を用いて形成されている。この陰極形成においては、有機 E L 表示装置がバランスした R G B のカラー表示を行うために、一樣に形成されていることが好ましく、従って、マスク蒸着法を用いることなく有機 E L 層全面に対して電子注入層を一樣に形成する必要がある。

**【0 0 0 6】**

本発明は、上述する事情に鑑みてなされたものであり、電子注入層及び陰極を基板に対して一樣に形成し、R G B それぞれの有機 E L 層の発光特性を向上させる電気光学装置及びその製造方法、並びに電子機器を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0 0 0 7】**

上記の目的を達成するために、本発明は以下の手段を採用した。

即ち、本発明の電気光学装置は、対向する電極間に、異なる発光色を示す複数種類の発光層と、電子注入層とが形成された電気光学装置であって、前記電子注入層は、複数の金属化合物によって形成されていることを特徴としている。

ここで、対向する電極とは、陽極及び陰極を意味するものであり、発光層とは、陽極から供給される正孔と、陰極から供給される電子とが再結合することにより、励起状態から失活する際に発光するものである。更に、異なる発光色とは、いわゆる赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の発光色を意味するものである。

また、電子注入層とは陰極の電子を効率的に発光層に注入及び輸送するものであって、電子輸送層としての機能を含むものである。

また、金属化合物とは、少なくとも1種類の発光層の発光特性を向上させる性質を有しており、好適な電子注入層を形成するために所望に選択されるものである。更に金属化合物としては、複数種類の発光層それぞれに対して発光特性を向上させる好適な材料が選択される。

従って、本発明によれば、電子注入層が複数の金属化合物によって形成されおり、また、発光層と陰極との間に形成されているので、RGBそれぞれの発光層に対して効率的に電子を注入することができる。また、このような本発明の構成と、単一の金属材料が種類の異なる複数の発光層上に一様に配置された構成とを比較すると、発光層の種類毎に発光特性の優劣が生じてしまうという問題を解決することができ、種類の異なる発光層に対して個別の電子注入層をそれぞれ形成する必要もなくなる。

そして、このような電子注入層を備えた電気光学装置において、陽極及び陰極の間に電流が流れた際には、陽極の正孔が発光層に注入され、陰極の電子が発光層に注入され、正孔と電子が結合することにより発光層は発光し、良好な発光特性を得ることができ、好適な諧調のフルカラー表示を行うことができる。

#### 【0008】

また、本発明の電気光学装置においては、前記複数の金属化合物はアルカリ金属、アルカリ土類金属及び希土類金属のうちいずれか一つを主成分として有することを特徴としている。

従って、本発明によれば、当該金属を主成分として有するので、発光層に対する電子注入を効率的に行うことができる。

また、上記金属の化合物としては、フッ化物、酸化物、塩化物等が好適に採用される。

なお、本明細書において、「主成分」とは、構成成分のうち最も含有率の高い成分を指すこととする。

#### 【0009】

また、本発明の電気光学装置においては、前記複数の金属化合物は混在して形成されていることを特徴としている。

ここで言う、「複数の金属化合物は混在して」とは、膜厚が極めて薄い状態で分子又は原子が混在した状態、略2次元的に配置されたいわゆる超薄膜の状態を含むものである。また、分子又は原子が疎に配置されて所々に抜けた部分があり、あたかも網目状に配列しており、当該抜けた部分に他の分子又は原子が入り込んで、緻密に混合した状態を含むものである。

従って、本発明によれば、複数の金属化合物は混在して形成されているので、複数の各々の金属化合物が全発光層に関与する状態となり、電子注入層はRGBそれぞれの発光層に対して効率的に電子を注入することができる。

#### 【0010】

また、本発明の電気光学装置においては、前記複数の金属化合物は積層して形成されていることを特徴としている。

従って、本発明によれば、複数の金属化合物が積層して形成されているので、電子注入層はRGBそれぞれの発光層に対して効率的に電子を注入することができる。

#### 【0011】

また、本発明の電気光学装置においては、前記複数の金属化合物が積層される順番は金属化合物の化学結合力の大小によって規定されていることを特徴としている。

ここで、化学結合力とは、金属化合物を構成する金属原子と、F（弗素）やCl（塩素）等のハロゲン元素、O（酸素）等との結合力を意味するものである。

このようにすれば、先に記載の電気光学装置と同様の効果が得られると共に、上記の金属化合物が積層形成される順番が、化学結合力の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が形成される。従って、発光層に対する電子注入及び輸送は、化学結合力の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

#### 【0012】

また、本発明の電気光学装置においては、前記複数の金属化合物が積層される順番は金属化合物の金属の価数の大小によって規定されていることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載の電気光学装置と同様の効果が得られると共に、上記の金属化合物が積層形成される順番が、金属の価数の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が形成される。従って、発光層に対する電子注入及び輸送は、金属の価数の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

#### 【0013】

また、本発明の電気光学装置においては、前記複数の金属化合物が積層される順番は金属化合物の金属のイオン半径の大小によって規定されていることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載の電気光学装置と同様の効果が得られると共に、上記の金属化合物が積層形成される順番が、金属のイオン半径の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が形成される。従って、発光層に対する電子注入及び輸送は、金属のイオン半径の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

#### 【0014】

また、本発明の電気光学装置においては、前記複数の金属化合物が積層される順番は金属化合物の金属の仕事関数の大小によって規定されていることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載の電気光学装置と同様の効果が得られると共に、上記の金属化合物が積層形成される順番が、金属の仕事関数の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が形成される。従って、発光層に対する電子注入及び輸送は、金属の仕事関数の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

#### 【0015】

また、本発明の電気光学装置は、先に記載の電気光学装置であり、対向する電極のうち、電子注入層と接触配置する電極は、金属化合物に対する還元性を有した金属を備えていることを特徴とするものである。

一般に、アルカリ金属、アルカリ土類金属及び希土類金属の一部は、高融点金属のAl等と比較して飽和蒸気圧が高く、酸化又は還元反応が生じるような反応温度及び圧力において、高融点金属のAl（アルミニウム）等でその化合物を還元できることが知られている。例えば、CaO（酸化カルシウム）はAlによって還元されて金属のCa（カルシウム）が遊離する。また、その他にRb<sub>2</sub>O（酸化ルビジウム）やSrO（酸化ストロンチウム）もAlによって還元され、金属のRb（ルビジウム）やSr（ストロンチウム）が遊離する。

従って、本発明によれば、先に記載した金属化合物を還元し、金属化合物のうち金属原子が遊離して発光層にドーピングされ、発光層内に拡散し、金属原子と発光層の高分子は渾然一体となり、電子注入層と発光層は互いに絡み合い、電子注入性が高い状態となる。即ち、発光層の発光特性を向上させることができる。

また、この金属化合物を還元する金属としては、種類の金属が採用され、例えば、Al、Au（金）、Ag（銀）、Cr（クロム）、Cu（銅）、Ni（ニッケル）、Ca、Mg（マグネシウム）、Sr、Yb（イットルビウム）、Er（エルビウム）、Tb（テルビウム）、Sm（サマリウム）等が好ましい。

#### 【0016】

また、本発明の電気光学装置の製造方法は、異なる発光色を示す複数種類の発光層と、

電子注入層と、陰極とが形成された電気光学装置の製造方法であって、前記電子注入層を形成する工程は、複数の金属化合物を用いて形成することを特徴としている。

従って、本発明によれば、先に記載の電気光学装置を製造することができるので、先に記載の電気光学装置と同様の効果を奏する。

【0017】

また、本発明の電気光学装置の製造方法においては、前記電子注入層を形成する工程は前記複数の金属化合物を混在させて形成することを特徴としている。

従って、本発明によれば、先に記載の電気光学装置を製造することができるので、先に記載の電気光学装置と同様の効果を奏する。

また、金属化合物を混在させて形成する方法としては、共蒸着法を用いることが好ましい。共蒸着法とは、複数金属を同じ真空容器内で蒸発させて、基板上に複数金属の混合薄膜を同時形成する方法である。このような共蒸着法を用いて電子注入層を形成することにより、複数の金属化合物を好適に混在させて形成することができる。

【0018】

また、本発明の電気光学装置の製造方法においては、前記電子注入層を形成する工程は前記複数の金属化合物を積層させて形成することを特徴としている。

従って、本発明によれば、先に記載の電気光学装置を製造することができるので、先に記載の電気光学装置と同様の効果を奏する。

また、金属化合物を積層させて形成する方法としては、蒸着法を用いることが好ましい。蒸着法とは、所定の温度及び圧力に保たれた真空容器内で金属を蒸発させ、金属原子及び金属分子を所望の基板に堆積させて薄膜を形成する方法であり、薄膜を一様に形成するだけでなく、ナノメートルオーダーの薄膜を容易に形成する方法である。このような蒸着法を用いて、複数の金属化合物を順次積層して電子注入層を形成することにより、複数の金属化合物を好適に積層させて形成することができる。

【0019】

また、本発明の電気光学装置の製造方法においては、前記電子注入層を形成する工程は前記金属化合物を形成する順番が前記金属化合物の化学結合力の大小によって規定されていることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載の製造方法と同様の効果が得られると共に、上記の金属化合物が積層形成される順番が、化学結合力の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が積層して形成される。

【0020】

また、本発明の電気光学装置の製造方法においては、前記電子注入層を形成する工程は前記金属化合物を形成する順番が金属化合物の金属の価数の大小によって規定されていることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載の製造方法と同様の効果が得られると共に、上記の金属化合物が積層形成される順番が、金属の価数の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が積層して形成される。

【0021】

また、本発明の電気光学装置の製造方法においては、前記電子注入層を形成する工程は前記金属化合物を形成する順番が金属化合物の金属のイオン半径の大小によって規定されていることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載の製造方法と同様の効果が得られると共に、上記の金属化合物が積層形成される順番が、金属のイオン半径の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が積層して形成される。

【0022】

また、本発明の電気光学装置の製造方法においては、前記電子注入層を形成する工程は前記金属化合物を形成する順番が金属化合物の金属の仕事関数の大小によって規定されていることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載の製造方法と同様の効果が得られると共に、上記の金属化



合物が積層形成される順番が、金属の仕事関数の大小に応じて規定され、発光層と陰極との間に当該金属化合物からなる電子注入層が積層して形成される。

#### 【0023】

また、本発明の電気光学装置の製造方法は、先に記載の電気光学装置の製造方法であり、陰極を形成する工程は、金属化合物に対する還元性を有した金属を用いて形成することを特徴とするものである。

従って、本発明によれば、先に記載の電気光学装置を製造することができるので、先に記載の電気光学装置と同様の効果を奏する。

#### 【0024】

次に、本発明の電子機器は、本発明の電気光学装置を備えたことを特徴とするものである。

このような電子機器としては、例えば、携帯電話機、移動体情報端末、時計、ワープロ、パソコンなどの情報処理装置などを例示することができる。このように電子機器の表示部に、本発明の表示装置を採用することによって、発光特性が良好な電子機器を提供することが可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

以下では、本発明に係る電気光学装置およびその製造方法、並びに電子機器の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、係る実施の形態は、本発明の一態様を示すものであり、この発明を限定するものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。なお、以下に示す各図においては、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材ごとに縮尺を異ならせてある。

#### 【0026】

##### 〔第1の実施形態〕

本発明の電気光学装置の第1の実施形態として、電気光学物質の一例である電界発光型物質、中でも有機エレクトロルミネッセンス（EL）材料を用いたEL表示装置について説明する。図1は本実施形態に係るEL表示装置の配線構造を示す模式図である。

#### 【0027】

##### （EL表示装置）

図1に示すEL表示装置（電気光学装置）1は、スイッチング素子として薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor、以下では、TFTと略記する）を用いたアクティブマトリクス方式のEL表示装置である。

#### 【0028】

このEL表示装置1は、図1に示すように、複数の走査線101…と、各走査線101に対して直角に交差する方向に延びる複数の信号線102…と、各信号線102に並列に延びる複数の電源線103…とがそれぞれ配線された構成を有するとともに、走査線101…と信号線102…の各交点付近に、画素領域X…が設けられている。

#### 【0029】

信号線102には、シフトレジスタ、レベルシフタ、ビデオライン及びアナログスイッチを備えるデータ線駆動回路100が接続されている。また、走査線101には、シフトレジスタ及びレベルシフタを備える走査線駆動回路80が接続されている。

#### 【0030】

更に、画素領域X各々には、走査線101を介して走査信号がゲート電極に供給されるスイッチング用TFT112と、このスイッチング用TFT112を介して信号線102から共有される画素信号を保持する保持容量113と、該保持容量113によって保持された画素信号がゲート電極に供給される駆動用TFT123と、この駆動用TFT123を介して電源線103に電氣的に接続したときに当該電源線103から駆動電流が流れ込む画素電極（電極）23と、この画素電極23と陰極（電極）50との間に挟み込まれた機能層110とが設けられている。このように画素電極23と陰極50と機能層110により、発光素子が構成されている。

**【0031】**

このEL表示装置1によれば、走査線101が駆動されてスイッチング用TF T112がオン状態になると、そのときの信号線102の電位が保持容量113に保持され、該保持容量113の状態に応じて、駆動用TF T123のオン・オフ状態が決まる。そして、駆動用TF T123のチャンネルを介して、電源線103から画素電極23に電流が流れ、さらに機能層110を介して陰極50に電流が流れる。機能層110は、これを流れる電流量に応じて発光する。

**【0032】**

次に、本実施形態のEL表示装置1の具体的な態様を図2～5を参照して説明する。図2はEL表示装置1の構成を模式的に示す平面図である。図3は図2のA－B線に沿う断面図、図4は図2のC－D線に沿う断面図である。図5は図3の要部拡大断面図である。

**【0033】**

図2に示す本実施形態のEL表示装置1は、光透過性と電気絶縁性を備える基板20と、図示略のスイッチング用TF Tに接続された画素電極が基板20上にマトリックス状に配置されてなる図示略の画素電極域と、画素電極域の周囲に配置されるとともに各画素電極に接続される電源線103…と、少なくとも画素電極域上に位置する平面視ほぼ矩形の画素部3（図中一点鎖線枠内）とを具備して構成されている。また画素部3は、中央部分の実表示領域4（図中二点鎖線枠内）と、実表示領域4の周囲に配置されたダミー領域5（一点鎖線および二点鎖線の間の領域）とに区画されている。

**【0034】**

実表示領域4には、それぞれ画素電極を有する表示領域R、G、BがA－B方向およびC－D方向に離間して配置されている。

また、実表示領域4の図中両側には、走査線駆動回路80、80が配置されている。この走査線駆動回路80、80はダミー領域5の下側に位置して設けられている。

**【0035】**

更に、実表示領域4の図中上側には、検査回路90が配置されている。この検査回路90はダミー領域5の下側に位置して設けられている。この検査回路90は、EL表示装置1の作動状況を検査するための回路であって、例えば検査結果を外部に出力する不図示の検査情報出力手段を備え、製造途中や出荷時の表示装置の品質、欠陥の検査を行うことができるように構成されている。

**【0036】**

走査線駆動回路80および検査回路90の駆動電圧は、所定の電源部から駆動電圧導通部310（図3参照）および駆動電圧導通部340（図4参照）を介して印加されている。また、これら走査線駆動回路80および検査回路90への駆動制御信号および駆動電圧は、このEL表示装置1の作動制御を司る所定のメインドライバなどから駆動制御信号導通部320（図3参照）および駆動電圧導通部350（図4参照）を介して送信および印加されるようになっている。なお、この場合の駆動制御信号とは、走査線駆動回路80および検査回路90が信号を出力する際の制御に関連するメインドライバなどからの指令信号である。

**【0037】**

EL表示装置1は、図3及び図4に示すように、基板20と封止基板30とが封止樹脂40を介して貼り合わされている。基板20、封止基板30および封止樹脂40とで囲まれた領域には、乾燥剤45が挿入されるとともに、窒素ガスが充填された窒素ガス充填層46が形成されており、水分及び酸素のEL表示装置1内部への浸入を抑制し、EL表示装置の長寿命化を図った構成となっている。なお、乾燥剤45に代えてゲッター剤を用いてもよい。

**【0038】**

基板20は、いわゆるトップエミッション型のEL表示装置の場合には、この基板20の対向側である封止基板30側から発光光を取り出す構成であるので、透明基板及び不透明基板のいずれも用いることができる。不透明基板としては、例えば、アルミナ等のセラ

ミック、ステンレススチール等の金属シートに表面酸化などの絶縁処理を施したものの他に、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などが挙げられる。

また、いわゆるバックエミッション型の E L 表示装置の場合には、基板 2 0 側から発光を取り出す構成であるので、基板 2 0 は、透明あるいは半透明のものが採用される。例えば、ガラス、石英、樹脂（プラスチック、プラスチックフィルム）等が挙げられ、特に、安価なソーダガラス基板が好適に用いられる。

#### 【 0 0 3 9 】

封止基板 3 0 は、例えば、電気絶縁性を有する板状部材を採用することができる。また、封止樹脂 4 0 は、例えば、熱硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂からなるものであり、特に熱硬化樹脂の一種であるエポキシ樹脂よりなることが好ましい。

#### 【 0 0 4 0 】

また、基板 2 0 上には、画素電極 2 3 を駆動するため 2 の駆動用 T F T 1 2 3 などを含む回路部 1 1 が形成され、その上に機能層 1 1 0 が設けられている。機能層 1 1 0 は、図 5 に示すように、画素電極 2 3 と、この画素電極 2 3 から正孔を注入及び輸送する正孔注入／輸送層 7 0 と、電気光学物質の一つである有機 E L 物質を備える有機 E L 層（発光層） 6 0 と、有機 E L 層 6 0 に対して電子を注入する電子注入層 5 2 と、陰極 5 0 とが順に形成されている。

#### 【 0 0 4 1 】

画素電極 2 3 は、I T O 等の透明導電膜によって構成され、印加された電圧によって、正孔を有機 E L 層 6 0 に向けて注入するものであり、仕事関数が高く導電性を有している。画素電極 2 3 を形成するための材料としては、I T O に限るものではなく、いわゆるトップエミッション型の E L 表示装置の場合には、特に光透過性を備えた材料を採用する必要はなく、好適な材料であればよい。また、いわゆるバックエミッション型の E L 表示装置の場合には、光透過性を備えた公知の材料を採用することができる。例えば、金属酸化物が挙げられるが、インジウム錫酸化物（I T O）、もしくは、金属酸化物に亜鉛（Z n）を含有した材料、例えば、酸化インジウム・酸化亜鉛系アモルファス透明導電膜（Indium Zinc Oxide: I Z O / アイ・ゼット・オー）（登録商標）（出光興産社製）を採用することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

正孔注入／輸送層 7 0 を形成するための材料としては、例えばポリチオフェン誘導体、ポリピロール誘導体など、または、それらのドーピング体などが採用できる。より具体的には、例えば、P E D O T : P S S の一種であるバイترون-p（Bytron-p: バイエル社製）などを好適に用いることができる。

#### 【 0 0 4 3 】

有機 E L 層 6 0 は、フルカラー表示を行うべく、有機 E L 層 6 0 が、その発光波長帯域が光の三原色にそれぞれ対応して形成されている。発光波長帯域が赤色に対応した有機 E L 層 6 0 R、緑色に対応した有機 E L 層 6 0 G、青色に対応した有機 E L 層 6 0 B とによって 1 画素が構成され、これらが諧調して発光することによって、E L 表示装置 1 が全体としてフルカラー表示を行うようになっている。

有機 E L 層 6 0 を形成するための材料としては、蛍光あるいは燐光を発光することが可能な公知の発光材料を用いることができる。具体的には、（ポリ）フルオレン誘導体（P F）、（ポリ）パラフェニレンビニレン誘導体（P P V）、ポリフェニレン誘導体（P P）、ポリパラフェニレン誘導体（P P P）、ポリビニルカルバゾール（P V K）、ポリチオフェン誘導体、ポリメチルフェニルシラン（P M P S）などのポリシラン系などが好適に用いられる。

また、これらの高分子材料に、ペリレン系色素、クマリン系色素、ローダミン系色素などの高分子系材料、例えば、ルブレン、ペリレン、9, 1 0 -ジフェニルアントラセン、テトラフェニルブタジエン、ナイルレッド、クマリン 6、キナクリドン等の低分子材料をドーブして用いることができる。

#### 【 0 0 4 4 】

電子注入層 52 は、複数の金属化合物によって構成されており、有機 EL 層 60 の全面に対して当該複数の金属化合物が一様に形成されたものである。そして、当該複数の金属化合物のうち、一つの金属化合物は少なくとも 1 種類の有機 EL 層 60 の発光特性を向上させる性質を有し、また、他の一つの金属化合物は他の種類の有機 EL 層 60 の発光特性を向上させる性質を有している。従って、複数の金属化合物は、有機 EL 層 60 R、60 G、60 B のそれぞれの発光特性を低下させることなく電子を注入するようになっている。

#### 【0045】

更に、本実施形態の電子注入層 52 は、後述の製造方法で説明するように、複数の金属化合物が混在するように共蒸着によって形成されている。そして、このように形成されることにより、膜厚が極めて薄い状態で分子又は原子が混在した状態になっている。もしくは、略 2 次元的に配置されたいわゆる超薄膜金属化合物の分子又は原子が疎に配置されて所々に抜けた部分が形成され、あたかも網目状に配列し、当該抜けた部分に他の分子又は原子が入り込んで、緻密に混合した状態となっている。

従って、複数の金属化合物を構成する各々の材料は有機 EL 層 60 に関与する状態となっており、即ち、有機 EL 層 60 R、60 G、60 B と複数の金属化合物とは、電子注入性の意味で接触状態になっている。

#### 【0046】

本実施形態の金属化合物の材料としては、低仕事関数の金属が好ましく、アルカリ金属、アルカリ土類金属及び希土類金属のうちいずれか一つを主成分としている。また、当該金属の化合物としては、フッ化物、酸化物、塩化物等が好適に採用され、例えば NaF（フッ化ナトリウム）、LiF（フッ化リチウム）、CsF（フッ化セシウム）、RbF（フッ化ルビジウム）、Na<sub>2</sub>O（酸化ナトリウム）、Li<sub>2</sub>O（酸化リチウム）、CaF<sub>2</sub>（フッ化カルシウム）、MgF<sub>2</sub>（フッ化マグネシウム）、BaF<sub>2</sub>（フッ化バリウム）、SrF<sub>2</sub>（フッ化ストロンチウム）、YbF<sub>3</sub>（フッ化イットルビウム）、ErF<sub>3</sub>（フッ化エルビウム）、TbF<sub>3</sub>（フッ化テルビウム）、SmF<sub>3</sub>（フッ化サマリウム）等が好ましい。

本実施形態においては、特に金属化合物として LiF 及び SrF<sub>2</sub> を採用した場合について説明する。

#### 【0047】

陰極 50 は、図 3 から図 4 に示すように、実表示領域 4 及びダミー領域 5 の総面積より広い面積を備え、それぞれを覆うように形成されており、電子注入層 52 の金属化合物に対する還元性を有した金属を備えている。陰極 50 を形成する材料としては、上記の還元性金属を有機 EL 層 60 側に積層して第 1 の陰極層とし、その上層にアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金、もしくは銀又は銀-マグネシウム合金などを積層して第 2 の陰極層とした積層体を採用することができる。

還元性金属の材料としては、種類の金属が採用され、例えば、Al、Au（金）、Ag（銀）、Cr（クロム）、Cu（銅）、Ni（ニッケル）、Ca、Mg（マグネシウム）、Sr、Yb（イットルビウム）、Er（エルビウム）、Tb（テルビウム）、Sm（サマリウム）等が好ましい。

ここで、第 2 の陰極層は第 1 の陰極層を覆って、酸素や水分などとの化学反応から保護するとともに、陰極 50 の導電性を高めるために設けられる。従って、化学的に安定で仕事関数が低く、単層構造でもよく、金属材料に限るものではない。いわゆるトップエミッション型の EL 表示装置を形成するための材料としては、透明性を備えた公知の材料として ITO が好適に採用される。その他の透明性を備えた金属として、金属酸化物に亜鉛（Zn）を含有した材料、例えば、酸化インジウム・酸化亜鉛系アモルファス透明導電膜（Indium Zinc Oxide: IZO / アイ・ゼット・オー）（登録商標）（出光興産社製）等を採用することができる。

本実施形態においては、特に第 1 の陰極層として Ca、第 2 の陰極層として Al を採用した場合について説明する。

なお、陰極50は、第1及び第2の陰極層によって形成された積層体に限定することなく、上記第1及び第2の陰極層の構成材料が混合された混合体であってもよい。

#### 【0048】

次に、実表示領域4に設けられた駆動用TFT123の近傍の構成について、図5を参照して説明する。図5は画素領域Xを図2のA-B方向に沿った断面を示している。

図5に示すように、基板20の表面には、 $\text{SiO}_2$ を主成分とする下地保護層281を下地として、その上層にはシリコン層241が形成されている。このシリコン層241の表面は、 $\text{SiO}_2$ および／または $\text{SiN}$ を主成分とするゲート絶縁層282によって覆われている。

#### 【0049】

そして、このシリコン層241のうち、ゲート絶縁層282を挟んでゲート電極242と重なる領域がチャンネル領域241aとされている。なお、このゲート電極242は図示略の走査線101の一部である。一方、シリコン層241を覆い、ゲート電極242が形成されたゲート絶縁層282の表面は、 $\text{SiO}_2$ を主成分とする第1層間絶縁層283によって覆われている。

#### 【0050】

また、シリコン層241のうち、チャンネル領域241aのソース側には低濃度ソース領域241bおよび高濃度ソース領域241Sが設けられる一方、チャンネル領域241aのドレイン側には低濃度ドレイン領域241cおよび高濃度ドレイン領域241Dが設けられて、いわゆるLDD (Light Doped Drain) 構造となっている。これらのうち、高濃度ソース領域241Sは、ゲート絶縁層282と第1層間絶縁層283とにわたって開孔するコンタクトホール243aを介して、ソース電極243に接続されている。このソース電極243は、上述した電源線103 (図1参照、図5においてはソース電極243の位置に紙面垂直方向に延在する) の一部として構成される。一方、高濃度ドレイン領域241Dは、ゲート絶縁層282と第1層間絶縁層283とにわたって開孔するコンタクトホール244aを介して、ソース電極243と同一層からなるドレイン電極244に接続されている。

#### 【0051】

ソース電極243およびドレイン電極244が形成された第1層間絶縁層283の上層は、例えばアクリル系の樹脂成分を主成分とする第2層間絶縁層284によって覆われている。この第2層間絶縁層284は、アクリル系の絶縁膜以外の材料、例えば、 $\text{SiN}$ 、 $\text{SiO}_2$ などを用いることもできる。そして、ITO (Indium Tin Oxide) からなる画素電極23が、この第2層間絶縁層284の面上に形成されるとともに、当該第2層間絶縁層284に設けられたコンタクトホール23aを介してドレイン電極244に接続されている。すなわち、画素電極23は、ドレイン電極244を介して、シリコン層241の高濃度ドレイン領域241Dに接続されている。

#### 【0052】

なお、走査線駆動回路80および検査回路90に含まれるTFT (駆動回路用TFT)、すなわち、例えばこれらの駆動回路のうち、シフトレジスタに含まれるインバータを構成するNチャネル型又はPチャネル型のTFTは、画素電極23と接続されていない点を除いて上記駆動用TFT123と同様の構造とされている。

#### 【0053】

画素電極23が形成された第2層間絶縁層284の表面は、画素電極23と、例えば $\text{SiO}_2$ などの親液性材料を主成分とする親液性制御層25と、アクリルやポリイミドなどからなる有機バンク層221とによって覆われている。そして、画素電極23には親液性制御層25に設けられた開口部25a、および有機バンク221に設けられた開口部221aの開口内部に、正孔注入／輸送層70と、有機EL層60とが画素電極23側からこの順で積層されている。なお、本実施形態における親液性制御層25の「親液性」とは、少なくとも有機バンク層221を構成するアクリル、ポリイミドなどの材料と比べて親液性が高いことを意味するものとする。

以上に説明した基板 20 から第 2 層間絶縁層 284 までの層は回路部 11 を構成している。

#### 【0054】

また、本実施形態の EL 表示装置 1 は、カラー表示を行うべく、有機 EL 層 60R、60G、60B それぞれに対応する表示領域 R、G、B に設け、各色表示領域の境界には、金属クロムをスパッタリングなどにて成膜した図示略の BM（ブラックマトリクス）が、有機バンク層 221 と親液性化制御層 25 との間に位置して形成されている。

#### 【0055】

このように構成された EL 表示装置 1 においては、電子注入層 52 内に LiF 及び SrF<sub>2</sub> からなる金属化合物が混在し、有機 EL 層 60R、60G、60B の表面に超薄膜状の当該電子注入層 52 が形成されているので、RGB それぞれの有機 EL 層 60 に対して効率的に電子を注入することができる。具体的には、有機 EL 層 60 のうち有機 EL 層 60B に対して LiF が陰極の電子を注入し、有機 EL 層 60R、60G に対して SrF<sub>2</sub> が陰極の電子を注入する。ここで、陽極に電流が流れた際には、陽極の正孔が有機 EL 層 60 に注入され、正孔と電子が結合することにより有機 EL 層 60 は発光し、好適な諧調のフルカラー表示が行われる。即ち、電子注入層 52 は、複数の金属化合物を備えているので、有機 EL 層 60R、60G、60B のそれぞれの発光特性を向上させることができ、好適な諧調のフルカラー表示を行うことができる。

#### 【0056】

また、陰極 50 は、上記金属化合物に対する還元性を有した金属、即ち、Ca を備えているので、Ca は LiF 及び SrF<sub>2</sub> を還元し、Li 及び Sr が遊離して有機 EL 層 60 内にドーピングされる。LiF 及び Sr は、有機 EL 層 60 内に拡散し、有機 EL 層 60 の高分子と渾然一体となり、電子注入層 52 と有機 EL 層 60 は互いに絡み合い電子注入性が高い状態となる。即ち、還元性金属によって、有機 EL 層 60 の発光特性を更に向上させることができる。更に、EL 表示装置 1 においては、RGB のカラー表示が諧調された表示を行うことができる。

#### 【0057】

(EL 表示装置の製造方法)

次に、本実施形態に係る EL 表示装置 1 の製造方法の一例として、図 6～図 11 を参照して説明する。ここで、図 6～図 11 に示す各断面図は、図 2 中の A-B 線の断面図に対応しており、各製造工程順に示している。また、図 11 は EL 表示装置 1 を製造するための蒸着装置の概略構成図である。

#### 【0058】

まず、図 6 (a) に示すように、基板 20 の表面に、下地保護層 281 を形成する。次に、下地保護層 281 上に、ICVD 法、プラズマ CVD 法などを用いてアモルファスシリコン層 501 を形成した後、レーザアニール法又は急速加熱法により結晶粒を成長させてポリシリコン層とする。

#### 【0059】

次いで、図 6 (b) に示すように、ポリシリコン層をフォトリソグラフィ法によりパターンニングし、島状のシリコン層 241、251 および 261 を形成する。これらのうちシリコン層 241 は、表示領域内に形成され、画素電極 23 に接続される駆動用 TFT 123 を構成するものであり、シリコン層 251、261 は、走査線駆動回路 80 に含まれる P チャネル型および N チャネル型の TFT（駆動回路用 TFT）をそれぞれ構成するものである。

#### 【0060】

次に、プラズマ CVD 法、熱酸化法などにより、シリコン層 241、251 および 261、下地保護層 281 の全面に厚さが約 30 nm～200 nm のシリコン酸化膜によって、ゲート絶縁層 282 を形成する。ここで、熱酸化法を利用してゲート絶縁層 282 を形成する際には、シリコン層 241、251 および 261 の結晶化も行い、これらのシリコン層をポリシリコン層とすることができる。

## 【0061】

また、シリコン層 241、251 および 261 にチャネルドープを行う場合には、例えば、このタイミングで約  $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量でボロンイオンを打ち込む。その結果、シリコン層 241、251 および 261 は、不純物濃度（活性化アニール後の不純物にて算出）が約  $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  の低濃度 P 型のシリコン層となる。

## 【0062】

次に、Pチャネル型 TFT、Nチャネル型 TFT のチャネル層の一部にイオン注入選択マスクを形成し、この状態でリンイオンを約  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量でイオン注入する。その結果、パターンニング用マスクに対してセルフアライン的に高濃度不純物が導入されて、図 6 (c) に示すように、シリコン層 241 及び 261 中に高濃度ソース領域 241S および 261S 並びに高濃度ドレイン領域 241D および 261D が形成される。

## 【0063】

次に、図 6 (c) に示すように、ゲート絶縁層 282 の表面全体に、ドープドシリコンやシリサイド膜、或いはアルミニウム膜やクロム膜、タンタル膜という金属膜からなるゲート電極形成用導電層 502 を形成する。この導電層 502 の厚さは概ね 500 nm 程度である。その後、パターンニング法により、図 6 (d) に示すように、Pチャネル型の駆動回路用 TFT を形成するゲート電極 252、画素用 TFT を形成するゲート電極 242、Nチャネル型の駆動回路用 TFT を形成するゲート電極 262 を形成する。また、駆動制御信号導通部 320 (350)、陰極電源配線の第 1 層 121 も同時に形成する。なお、この場合、駆動制御信号導通部 320 (350) はダミー領域 5 に配設するものとされている。

## 【0064】

続いて、図 6 (d) に示すように、ゲート電極 242、252 および 262 をマスクとして用い、シリコン層 241、251 および 261 に対してリンイオンを約  $4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量でイオン注入する。その結果、ゲート電極 242、252 および 262 に対してセルフアライン的に低濃度不純物が導入され、図 7 (c) および (d) に示すように、シリコン層 241 および 261 中に低濃度ソース領域 241b および 261b、並びに低濃度ドレイン領域 241c および 261c が形成される。また、シリコン層 251 中に低濃度不純物領域 251S および 251D が形成される。

## 【0065】

次に、図 7 (e) に示すように、Pチャネル型の駆動回路用 TFT 252 以外の部分を覆うイオン注入選択マスク 503 を形成する。このイオン注入選択マスク 503 を用いて、シリコン層 251 に対してボロンイオンを約  $1.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量でイオン注入する。結果として、Pチャネル型駆動回路用 TFT を構成するゲート電極 252 もマスクとして機能するため、シリコン層 252 中にセルフアライン的に高濃度不純物がドープされる。従って、低濃度不純物領域 251S および 251D はカウンタードープされ、P型チャネル型の駆動回路用 TFT のソース領域およびドレイン領域となる。

## 【0066】

次いで、図 7 (f) に示すように、基板 20 の全面にわたって第 1 層間絶縁層 283 を形成するとともに、フォトリソグラフィ法を用いて当該第 1 層間絶縁層 283 をパターンニングすることによって、各 TFT のソース電極およびドレイン電極に対応する位置にコンタクトホール C を形成する。

## 【0067】

次に、図 7 (g) に示すように、第 1 層間絶縁層 283 を覆うように、アルミニウム、クロム、タンタルなどの金属からなる導電層 504 を形成する。この導電層 504 の厚さは概ね 200 nm ないし 800 nm 程度である。この後、導電層 504 のうち、各 TFT のソース電極およびドレイン電極が形成されるべき領域 240a、駆動電圧導通部 310 (340) が形成されるべき領域 310a、陰極電源配線の第 2 層が形成されるべき領域 122a を覆うようにパターンニング用マスク 505 を形成するとともに、当該導電層 504 をパターンニングして、図 8 (h) に示すソース電極 243、253、263、ドレイン



電極 244、254、264 を形成する。

【0068】

次いで、図 8 (i) に示すように、これらが形成された第 1 層間絶縁層 283 を覆う第 2 層間絶縁層 284 を、例えばアクリル系樹脂などの高分子材料によって形成する。この第 2 層間絶縁層 284 は、約 1 ~ 2  $\mu$ m 程度の厚さに形成されることが望ましい。なお、SiN、SiO<sub>2</sub> により第 2 層間絶縁膜を形成する事も可能であり、SiN の膜厚としては 200 nm、SiO<sub>2</sub> の膜厚としては 800 nm に形成することが望ましい。

【0069】

次いで、図 8 (j) に示すように、第 2 層間絶縁層 284 のうち、駆動用 TFT のドレイン電極 244 に対応する部分をエッチングにより除去してコンタクトホール 23a を形成する。

その後、基板 20 の全面を覆うように画素電極 23 となる導電膜を形成する。そして、この透明導電膜をパターニングすることにより、図 9 (k) に示すように、第 2 層間絶縁層 284 のコンタクトホール 23a を介してドレイン電極 244 と導通する画素電極 23 を形成すると同時に、ダミー領域のダミーパターン 26 も形成する。なお、図 3、4 では、これら画素電極 23、ダミーパターン 26 を総称して画素電極 23 としている。

ダミーパターン 26 は、第 2 層間絶縁層 284 を介して下層のメタル配線へ接続しない構成とされている。すなわち、ダミーパターン 26 は、島状に配置され、実表示領域に形成されている画素電極 23 の形状とほぼ同一の形状を有している。もちろん、表示領域に形成されている画素電極 23 の形状と異なる構造であってもよい。なお、この場合、ダミーパターン 26 は少なくとも上記駆動電圧導通部 310 (340) の上方に位置するものも含むものとする。

【0070】

次いで、図 9 (l) に示すように、画素電極 23、ダミーパターン 26 上、および第 2 層間絶縁膜上に絶縁層である親液性制御層 25 を形成する。なお、画素電極 23 においては一部が開口する態様にて親液性制御層 25 を形成し、開口部 25a (図 3 も参照) において画素電極 23 からの正孔移動が可能とされている。逆に、開口部 25a を設けないダミーパターン 26 においては、絶縁層 (親液性制御層) 25 が正孔移動遮蔽層となって正孔移動が生じないものとされている。

【0071】

次いで、図 9 (l) に示すように、親液性制御層 25 において、異なる 2 つの画素電極 23 の間に位置して形成された凹状部に BM を形成する。具体的には、親液性制御層 25 の上記凹状部に対して、金属クロムを用いスパッタリング法にて成膜する。

【0072】

次いで、図 9 (m) に示すように、親液性制御層 25 の所定位置、詳しくは上記 BM を覆うように有機バンク層 221 を形成する。具体的な有機バンク層の形成方法としては、例えばアクリル樹脂、ポリイミド樹脂などのレジストを溶媒に溶かしたものを、スピコート法、ディップコート法などの各種塗布法により塗布して有機質層を形成する。なお、有機質層の構成材料は、後述するインクの溶媒に溶解せず、しかもエッチングなどによってパターニングし易いものであればどのようなものでもよい。

【0073】

次いで、有機質層をフォトリソグラフィ技術などにより同時にエッチングして、有機質物のバンク開口部 221a を形成し、開口部 221a に壁面を備えた有機バンク層 221 を形成する。なお、この場合、有機バンク層 221 は少なくとも上記駆動制御信号導通部 320 の上方に位置するものを含むものとされる。

【0074】

次いで、有機バンク層 221 の表面に、親液性を示す領域と、撥液性を示す領域とを形成する。本実施形態においてはプラズマ処理工程により、各領域を形成するものとしている。具体的には、該プラズマ処理工程は、予備加熱工程と、有機バンク層 221 の上面および開口部 221a の壁面ならびに画素電極 23 の電極面 23c、親液性制御層 25 の上



面を親液性にする親インク化工程と、有機バンク層の上面および開口部の壁面を撥液性にする撥インク化工程と、冷却工程とを具備している。

#### 【0075】

すなわち、基材（バンクなどを含む基板20）を所定温度、例えば70～80℃程度に加熱し、次いで親インク化工程として大気雰囲気中で酸素を反応ガスとするプラズマ処理（O<sub>2</sub>プラズマ処理）を行う。次いで、撥インク化工程として大気雰囲気中で4フッ化メタンを反応ガスとするプラズマ処理（CF<sub>4</sub>プラズマ処理）を行い、その後、プラズマ処理のために加熱された基材を室温まで冷却することで、親液性および撥液性が所定箇所に付与されることとなる。

#### 【0076】

なお、このCF<sub>4</sub>プラズマ処理においては、画素電極23の電極面23cおよび親液性制御層25についても多少の影響を受けるが、画素電極23の材料であるITOおよび親液性制御層25の構成材料であるSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>などはフッ素に対する親和性に乏しいため、親インク化工程で付与された水酸基がフッ素基で置換されることがなく、親液性が保たれる。

#### 【0077】

次いで、図10（n）に示す正孔注入／輸送層70を形成するべく正孔注入／輸送層形成工程が行われる。正孔注入／輸送層形成工程では、インクジェット法により、正孔注入／輸送層材料を含む材料インクを電極面23c上に吐出した後に、乾燥処理を行い、電極23上に正孔注入／輸送層70を形成する。なお、この正孔注入／輸送層形成工程以降は、正孔注入／輸送層70および有機EL層60の酸化を防止すべく、窒素雰囲気、アルゴン雰囲気などの不活性ガス雰囲気で行うことが好ましい。

このようなインクジェット法によれば、吐出ヘッド（図示略）に正孔注入／輸送層70の材料となるPEDOT：PSS等を含む材料インクを充填し、吐出ヘッドの吐出ノズルを親液性制御層25に形成された上記開口部25a内に位置する電極面23cに対向させ、吐出ヘッドと基材（基板20）とを相対移動させながら、吐出ノズルから1滴当たりの液量が制御された液滴を電極面23cに吐出する。次に、吐出後の液滴を乾燥処理して材料インクに含まれる極性溶媒を蒸発させることにより、正孔注入／輸送層70が形成される。

材料インクとしては、例えば、PEDOT：PSSをイソプロピルアルコールなどの極性溶媒に溶解させたものを用いることができる。ここで、吐出された液滴は、親インク処理された電極面23c上に広がり、親液性制御層25の開口部25a内に満たされる。その一方で、撥インク処理された有機バンク層221の上面では、液滴がはじかれて付着しない。従って、液滴が所定の吐出位置からはずれて有機バンク層221の上面に吐出されたとしても、該上面が液滴で濡れることがなく、弾かれた液滴が親液性制御層25の開口部25a内に転がり込む。

#### 【0078】

次いで、図10（n）に示すように、有機EL層60を形成すべく有機EL層形成工程が行われる。有機EL層形成工程では、上記と同様のインクジェット法により、有機EL層用材料を含む材料インクを正孔注入／輸送層70上に吐出した後に乾燥処理および熱処理して、有機バンク層221に形成された開口部221a内に有機EL層60を形成する。

#### 【0079】

有機EL層形成工程では、正孔注入／輸送層70の再溶解を防止するために、有機EL層形成の際に用いる材料インクの溶媒として、正孔注入／輸送層70に対して不溶な無極性溶媒を用いる。

この有機EL層形成工程としては、例えば吐出ヘッド（図示略）に、青色（B）有機EL層の材料を含有する材料インクを充填し、吐出ヘッドの吐出ノズルを絶縁層（親液性制御層）25の開口部25a内に位置する正孔注入／輸送層70に対向させ、吐出ヘッドと基材とを相対移動させながら、吐出ノズルから1滴当たりの液量が制御された液滴として

吐出し、この液滴を正孔注入／輸送層 70 上に吐出する。

#### 【0080】

吐出された液滴は、正孔注入／輸送層 70 上に広がって親液性制御層 25 の開口部 25 a 内に満たされる。その一方で、撥インク処理された有機バンク層 221 上面では、液滴が弾かれて付着しない。これにより、液滴が所定の吐出位置からはずれて有機バンク層 221 上面に吐出されたとしても、該上面が液滴で濡れることがなく、液滴が上記親液性制御層 25 の開口部 25 a 内に転がり込み、さらに有機バンク層 221 の開口部 221 a 内に吐出・充填される。次いで、吐出後の液滴を乾燥処理することにより材料インクに含まれる無極性溶媒を蒸発させ、有機 EL 層 60 が形成される。なお、各色の有機 EL 層 60 は、それぞれ各色表示領域 R、G、B に対応して液滴が滴下される。

#### 【0081】

ここで、正孔注入／輸送層 70、有機 EL 層 60 をそれぞれインクジェットプロセスにより形成するが、この際、吐出ヘッドは発光ドット間のピッチにより傾き方向を制御している。

#### 【0082】

次いで、図 10 (n) に示すように、有機 EL 層 60 上に電子注入層 52 を形成すべく電子注入層形成工程が行われ、この工程においては図 11 に示す蒸着装置を用いた共蒸着法が行われる。また、ここでは電子注入層 52 の形成材料として、LiF 及び SrF<sub>2</sub> を採用した場合について説明する。

#### 【0083】

図 11 に示す蒸着装置 180 は、処理室 182 と、処理室内を真空状態に制御する真空制御部 186 と、蒸着処理用の基板 20 を保持する基板保持部 187 と、基板 20 を所定の温度に調整する温度制御部 188 と、材料を加熱する蒸着源 189 a 及び 189 b とによって構成されている。ここで、蒸着源 189 a は LiF を具備しており、蒸着源 189 b は SrF<sub>2</sub> を具備している。

このように構成された蒸着装置 180 においては、処理室 182 が所定の温度及び圧力に保持され、基板 20 が所定の温度に設定された状態で、蒸着源 189 a 及び 189 b の各々が異なる材料を蒸発させ、各材料分子が混在して基板 20 に堆積し、当該材料分子の薄膜が基板 20 に一様に形成することができる。この蒸着装置 180 によって、所望の材料が混在した薄膜を形成するだけでなく、ナノメートルオーダーの薄膜を容易に形成することができる。

#### 【0084】

このような蒸着装置 180 による電子注入層形成工程においては、まず、蒸着源 189 a に LiF を配置し、蒸着源 189 b に SrF<sub>2</sub> を配置し、上述のように LiF 及び SrF<sub>2</sub> を基板 20 に一様に蒸着する。このような LiF 及び SrF<sub>2</sub> は、互いに混在かつ緻密な状態で超薄膜状に形成されており、LiF と SrF<sub>2</sub> が有機 EL 層 60 に関与する状態、有機 EL 層 60 と電子注入性の意味で接触状態に形成される。

また、電子注入層 52 における LiF 及び SrF<sub>2</sub> の混合比は、1 : 4 であることが好ましい。このようにすれば RGB の発光バランスが最適になる。

#### 【0085】

続いて、図 10 (o) に示すように、陰極 50 を形成すべく蒸着法を用いて陰極層形成工程が行われる。陰極 50 は、第 1 の陰極層と第 2 の陰極層とによって構成されており、第 1 の陰極層の材料としては電子注入層 52 の LiF 及び SrF<sub>2</sub> に対する還元性を有した材料として Ca が好適に採用され、第 2 の陰極層の材料としては酸素や水分から第 1 の陰極層を保護する導電性材料が好ましく、Al が好適に採用される。このような陰極 50 の形成においては、電子注入層 52 に対して一様に形成され、いわゆる全面ベタで形成される。

#### 【0086】

最後に、図 10 (o) に示すように、封止基板 30 を形成すべく封止工程を行う。この封止工程では、封止基板 30 の内側に乾燥剤 45 を挿入しつつ、封止基板 30 と基板 20

とを接着剤 40 にて封止する。なお、この封止工程は、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中で行うことが好ましい。

#### 【0087】

このような EL 表示装置の製造方法においては、共蒸着法を用いて複数の金属化合物 1、即ち、LiF 及び SrF<sub>2</sub> からなる超薄膜が形成され、電子注入層 52 が構成されるので、有機 EL 層 60 の発光特性が向上された EL 表示装置を製造することができる。また、陰極 50 は、蒸着によって形成された Ca を備えており、LiF 及び SrF<sub>2</sub> を還元するので、有機 EL 層 60 の発光特性を更に向上することができる。

更に、電子注入層 52 及び陰極 50 は、一連した蒸着法を用いて一様に形成され、いわゆる全面ベタで形成され、マスク蒸着等を用いたパターンニングを行う必要がないので、EL 表示装置の製造を容易にすることができる。更に、電子注入層 52 及び陰極 50 が一様に形成されるので、RGB のカラー表示が諧調された表示を行う EL 表示装置を製造することができる。

#### 【0088】

##### 〔第 2 の実施形態〕

次に、本発明の電気光学装置の第 2 の実施形態について説明する。

上述の第 1 の実施形態においては、複数の金属化合物が混在して形成されることにより電子注入層 52 が構成されているが、本実施形態においては複数の金属化合物が所定の順番で積層形成されることにより電子注入層 52 が構成されている。

なお、第 1 実施形態と本実施形態は、電子注入層 52 の構成のみが異なっており、その他については第 1 実施形態と同様である。本実施形態においては、第 1 実施形態と異なる部分について説明し、その他の同一部分は同一符号を付している。

#### 【0089】

本実施形態における電子注入層 52 を構成する金属化合物の材料としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属及び希土類金属のうちいずれか一つを主成分し、フッ化物、酸化物、塩化物を採用することが好ましい。図 12 及び図 13 示す図は、電子注入層 52 を構成するアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属の代表例となる金属と、当該金属の各種特性を示す図である。また、図 14 は、アルカリ金属、アルカリ土類金属及び希土類金属における一例の金属フッ化物、金属酸化物、金属塩化物と、その融点を示す図である。

なお、図 12 ~ 図 14 は、金属化合物の材料の代表例を示すものであって、本発明の材料を限定するものではない。

#### 【0090】

更に、電子注入層 52 は、有機 EL 層 60 側に形成される第 1 層の金属化合物と、当該第 1 層に積層される第 2 層の金属化合物を備えており、当該第 1 層及び第 2 層は所定に規定された順番に積層されている。

その順番は、(1) 金属化合物の化学結合力の大小によって規定される順番、(2) 金属化合物の金属の価数の大小によって規定される順番、(3) 金属化合物の金属のイオン半径の大小によって規定される順番、(4) 金属化合物の金属の仕事関数の大小によって規定される順番によって規定されている。

次に、(1) ~ (4) の各々の具体例について詳述する。

#### 【0091】

##### (1. 金属化合物の化学結合力の大小によって規定される順番)

ここで、「化学結合力の大小によって規定される」とは、金属化合物の安定度として各材料の融点の大小でその順列を規定することを意味しており、第 1 層よりも第 2 層の化学結合力が大きくなる順列で各金属化合物が積層される。

従って、具体的な金属化合物の組み合わせとしては、第 1 層/第 2 層が共にフッ化物である場合には、CsF/LiF、CsF/NaF、CsF/KF、CsF/RbF、RbF/KF、RbF/NaF、RbF/LiF、KF/NaF、KF/LiF、NaF/LiF、LiF/MgF<sub>2</sub>、LiF/CaF<sub>2</sub>、LiF/SrF<sub>2</sub>、LiF/BaF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>/MgF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>/BaF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>/SrF<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>/SrF<sub>2</sub>、B

a F<sub>2</sub> / Mg F<sub>2</sub>、Sr F<sub>2</sub> / Ba F<sub>2</sub> のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0092】

また、第1層／第2層がフッ化物／酸化物である場合には、Li F / Li<sub>2</sub> O、Li F / Na<sub>2</sub> O、Li F / K<sub>2</sub> O、Li F / Rb<sub>2</sub> O、Li F / Cs<sub>2</sub> O、KF / Li<sub>2</sub> O、KF / Na<sub>2</sub> O、KF / K<sub>2</sub> O、KF / Rb<sub>2</sub> O、KF / Cs<sub>2</sub> O、Rb F / Li<sub>2</sub> O、Rb F / Na<sub>2</sub> O、Rb F / K<sub>2</sub> O、Rb F / Rb<sub>2</sub> O、Rb F / Cs<sub>2</sub> O、Cs F / Li<sub>2</sub> O、Cs F / Na<sub>2</sub> O、Cs F / K<sub>2</sub> O、Cs F / Rb<sub>2</sub> O、Cs F / Cs<sub>2</sub> O、Mg F<sub>2</sub> / Mg O、Mg F<sub>2</sub> / Ca O、Mg F<sub>2</sub> / Sr O、Mg F<sub>2</sub> / Ba O、Ca F<sub>2</sub> / Mg O、Ca F<sub>2</sub> / Ca O、Ca F<sub>2</sub> / Sr O、Ca F<sub>2</sub> / Ba O、Sr F<sub>2</sub> / Mg O、Sr F<sub>2</sub> / Ca O、Sr F<sub>2</sub> / Sr O、Sr F<sub>2</sub> / Ba O、Ba F<sub>2</sub> / Mg O、Ba F<sub>2</sub> / Ca O、Ba F<sub>2</sub> / Sr O、Ba F<sub>2</sub> / Ba O、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0093】

また、第1層／第2層が塩化物／塩化物である場合には、Cs Cl / Rb Cl、Cs Cl / Na Cl、Cs Cl / Ba Cl<sub>2</sub> のいずれかの構成を採用することが好ましい。

また、第1層及び第2層のそれぞれの膜厚は、50～200 nm程度であることが好ましい。

このように金属化合物を積層する順番を金属化合物の化学結合力の大小によって規定することにより、先に記載のEL表示装置と同様の効果が得られると共に、発光層に対する電子注入及び輸送は、化学結合力の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

#### 【0094】

(2. 金属化合物の金属の価数の大小によって規定される順番)

ここでは、第1層よりも第2層の金属化合物の金属価数が大きくなる順列で各金属化合物が積層される。

従って、金属の価数は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属の順列でおおきくなる。次に、具体的な金属化合物の組み合わせを示すと、第1層／第2層が1価金属／2価又は3価金属であって、フッ化物／フッ化物である場合には、Li F / Mg F<sub>2</sub>、Li F / Ca F<sub>2</sub>、Li F / Sr F<sub>2</sub>、Li F / Ba F<sub>2</sub>、Li F / La F<sub>3</sub>、Li F / Ce F<sub>3</sub>、Li F / Pr F<sub>3</sub>、Li F / Nd F<sub>3</sub>、Li F / Sm F<sub>3</sub>、Li F / Eu F<sub>3</sub>、Li F / Gd F<sub>3</sub>、Li F / Tb F<sub>3</sub>、Li F / Dy F<sub>3</sub>、Li F / Ho F<sub>3</sub>、Li F / Er F<sub>3</sub>、Li F / Tm F<sub>3</sub>、Li F / Yb F<sub>3</sub>、Li F / Lu F<sub>3</sub>、Li F / Y F<sub>3</sub>、Na F / Mg F<sub>2</sub>、Na F / Ca F<sub>2</sub>、Na F / Sr F<sub>2</sub>、Na F / Ba F<sub>2</sub>、Na F / La F<sub>3</sub>、Na F / Ce F<sub>3</sub>、Na F / Pr F<sub>3</sub>、Na F / Nd F<sub>3</sub>、Na F / Sm F<sub>3</sub>、Na F / Eu F<sub>3</sub>、Na F / Gd F<sub>3</sub>、Na F / Tb F<sub>3</sub>、Na F / Dy F<sub>3</sub>、Na F / Ho F<sub>3</sub>、Na F / Er F<sub>3</sub>、Na F / Tm F<sub>3</sub>、Na F / Yb F<sub>3</sub>、Na F / Lu F<sub>3</sub>、Na F / Y F<sub>3</sub>、KF / Mg F<sub>2</sub>、KF / Ca F<sub>2</sub>、KF / Sr F<sub>2</sub>、KF / Ba F<sub>2</sub>、KF / La F<sub>3</sub>、KF / Ce F<sub>3</sub>、KF / Pr F<sub>3</sub>、KF / Nd F<sub>3</sub>、KF / Sm F<sub>3</sub>、KF / Eu F<sub>3</sub>、KF / Gd F<sub>3</sub>、KF / Tb F<sub>3</sub>、KF / Dy F<sub>3</sub>、KF / Ho F<sub>3</sub>、KF / Er F<sub>3</sub>、KF / Tm F<sub>3</sub>、KF / Yb F<sub>3</sub>、KF / Lu F<sub>3</sub>、KF / Y F<sub>3</sub>、Rb F / Mg F<sub>2</sub>、Rb F / Ca F<sub>2</sub>、Rb F / Sr F<sub>2</sub>、Rb F / Ba F<sub>2</sub>、Rb F / La F<sub>3</sub>、Rb F / Ce F<sub>3</sub>、Rb F / Pr F<sub>3</sub>、Rb F / Nd F<sub>3</sub>、Rb F / Sm F<sub>3</sub>、Rb F / Eu F<sub>3</sub>、Rb F / Gd F<sub>3</sub>、Rb F / Tb F<sub>3</sub>、Rb F / Dy F<sub>3</sub>、Rb F / Ho F<sub>3</sub>、Rb F / Er F<sub>3</sub>、Rb F / Tm F<sub>3</sub>、Rb F / Yb F<sub>3</sub>、Rb F / Lu F<sub>3</sub>、Rb F / Y F<sub>3</sub>、Cs F / Mg F<sub>2</sub>、Cs F / Ca F<sub>2</sub>、Cs F / Sr F<sub>2</sub>、Cs F / Ba F<sub>2</sub>、Cs F / La F<sub>3</sub>、Cs F / Ce F<sub>3</sub>、Cs F / Pr F<sub>3</sub>、Cs F / Nd F<sub>3</sub>、Cs F / Sm F<sub>3</sub>、Cs F / Eu F<sub>3</sub>、Cs F / Gd F<sub>3</sub>、Cs F / Tb F<sub>3</sub>、Cs F / Dy F<sub>3</sub>、Cs F / Ho F<sub>3</sub>、Cs F / Er F<sub>3</sub>、Cs F / Tm F<sub>3</sub>、Cs F / Yb F<sub>3</sub>、Cs F / Lu F<sub>3</sub>、Cs F / Y F<sub>3</sub>、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

## 【0095】

また、第1層／第2層が1価金属／2価又は3価金属であって、酸化物／フッ化物である場合には、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{YF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{YF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{YF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{YF}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

## 【0096】

また、第1層／第2層が1価金属／2価又は3価金属であって、塩化物／フッ化物である場合には、 $\text{NaCl}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{YF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{YF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{YF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{YF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{CaF}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{SrF}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{BaF}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{YF}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

## 【0097】

また、第1層／第2層が1価金属／2価又は3価金属であって、フッ化物／酸化物であ

る場合には、 $\text{NaF}/\text{MgO}$ 、 $\text{NaF}/\text{CaO}$ 、 $\text{NaF}/\text{SrO}$ 、 $\text{NaF}/\text{BaO}$ 、 $\text{NaF}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Ce}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{MgO}$ 、 $\text{NaF}/\text{CaO}$ 、 $\text{NaF}/\text{SrO}$ 、 $\text{NaF}/\text{BaO}$ 、 $\text{NaF}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{CeO}_2$ 、 $\text{NaF}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaF}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{MgO}$ 、 $\text{KF}/\text{CaO}$ 、 $\text{KF}/\text{SrO}$ 、 $\text{KF}/\text{BaO}$ 、 $\text{KF}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Ce}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KF}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{MgO}$ 、 $\text{RbF}/\text{CaO}$ 、 $\text{RbF}/\text{SrO}$ 、 $\text{RbF}/\text{BaO}$ 、 $\text{RbF}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Ce}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{RbF}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{MgO}$ 、 $\text{CsF}/\text{CaO}$ 、 $\text{CsF}/\text{SrO}$ 、 $\text{CsF}/\text{BaO}$ 、 $\text{CsF}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Ce}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0098】

また、第1層/第2層が1価金属/2価又は3価金属であって、酸化物/酸化物である場合には、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{MgO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{SrO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{BaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{MgO}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{CaO}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{SrO}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{BaO}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{MgO}$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{CaO}$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{SrO}$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{BaO}$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0099】

また、第1層/第2層が1価金属/2価又は3価金属であって、塩化物/酸化物である場合には、 $\text{NaCl}/\text{MgO}$ 、 $\text{NaCl}/\text{CaO}$ 、 $\text{NaCl}/\text{SrO}$ 、 $\text{NaCl}/\text{BaO}$ 、 $\text{NaCl}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{CeO}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Eu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Tb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Dy}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Ho}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Tm}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Yb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{MgO}$ 、 $\text{KCl}/\text{CaO}$ 、 $\text{KCl}/\text{SrO}$ 、 $\text{KCl}/\text{BaO}$ 、 $\text{KCl}/\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{CeO}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{Pr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{S}$

$m_2 O_3$ 、 $KCl/Eu_2 O_3$ 、 $KCl/Gd_2 O_3$ 、 $KCl/Tb_2 O_3$ 、 $KCl/Dy_2 O_3$ 、 $KCl/Ho_2 O_3$ 、 $KCl/Er_2 O_3$ 、 $KCl/Tm_2 O_3$ 、 $KCl/Yb_2 O_3$ 、 $KCl/Lu_2 O_3$ 、 $KCl/Y_2 O_3$ 、 $RbCl/MgO$ 、 $RbCl/CaO$ 、 $RbCl/SrO$ 、 $RbCl/BaO$ 、 $RbCl/La_2 O_3$ 、 $RbCl/CeO_2$ 、 $RbCl/Pr_2 O_3$ 、 $RbCl/Nd_2 O_3$ 、 $RbCl/Sm_2 O_3$ 、 $RbCl/Eu_2 O_3$ 、 $RbCl/Gd_2 O_3$ 、 $RbCl/Tb_2 O_3$ 、 $RbCl/Dy_2 O_3$ 、 $RbCl/Ho_2 O_3$ 、 $RbCl/Er_2 O_3$ 、 $RbCl/Tm_2 O_3$ 、 $RbCl/Yb_2 O_3$ 、 $RbCl/Lu_2 O_3$ 、 $RbCl/Y_2 O_3$ 、 $CsCl/MgO$ 、 $CsCl/CaO$ 、 $CsCl/SrO$ 、 $CsCl/BaO$ 、 $CsCl/La_2 O_3$ 、 $CsCl/CeO_2$ 、 $CsCl/Pr_2 O_3$ 、 $CsCl/Tb_2 O_3$ 、 $CsCl/Dy_2 O_3$ 、 $CsCl/Ho_2 O_3$ 、 $CsCl/Er_2 O_3$ 、 $CsCl/Tm_2 O_3$ 、 $CsCl/Yb_2 O_3$ 、 $CsCl/Lu_2 O_3$ 、 $CsCl/Y_2 O_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0100】

また、第1層/第2層が1価金属/2価又は3価金属であって、フッ化物/塩化物である場合には、 $LiF/MgCl_2$ 、 $LiF/CaCl_2$ 、 $LiF/SrCl_2$ 、 $LiF/BaCl_2$ 、 $LiF/LaCl_3$ 、 $LiF/CeCl_3$ 、 $LiF/PrCl_3$ 、 $LiF/NdCl_3$ 、 $LiF/SmCl_3$ 、 $LiF/EuCl_3$ 、 $LiF/GdCl_3$ 、 $LiF/TbCl_3$ 、 $LiF/DyCl_3$ 、 $LiF/HCl_3$ 、 $LiF/ErCl_3$ 、 $LiF/TmCl_3$ 、 $LiF/YbCl_3$ 、 $LiF/LuCl_3$ 、 $LiF/YCl_3$ 、 $NaF/MgCl_2$ 、 $NaF/CaCl_2$ 、 $NaF/SrCl_2$ 、 $NaF/BaCl_2$ 、 $NaF/LaCl_3$ 、 $NaF/CeCl_3$ 、 $NaF/PrCl_3$ 、 $NaF/NdCl_3$ 、 $NaF/SmCl_3$ 、 $NaF/EuCl_3$ 、 $NaF/GdCl_3$ 、 $NaF/TbCl_3$ 、 $NaF/DyCl_3$ 、 $NaF/HCl_3$ 、 $NaF/ErCl_3$ 、 $NaF/TmCl_3$ 、 $NaF/YbCl_3$ 、 $NaF/LuCl_3$ 、 $NaF/YCl_3$ 、 $KF/MgCl_2$ 、 $KF/CaCl_2$ 、 $KF/SrCl_2$ 、 $KF/BaCl_2$ 、 $KF/LaCl_3$ 、 $KF/CeCl_3$ 、 $KF/PrCl_3$ 、 $KF/NdCl_3$ 、 $KF/SmCl_3$ 、 $KF/EuCl_3$ 、 $KF/GdCl_3$ 、 $KF/TbCl_3$ 、 $KF/DyCl_3$ 、 $KF/HCl_3$ 、 $KF/ErCl_3$ 、 $KF/TmCl_3$ 、 $KF/YbCl_3$ 、 $KF/LuCl_3$ 、 $KF/YCl_3$ 、 $RbF/MgCl_2$ 、 $RbF/CaCl_2$ 、 $RbF/SrCl_2$ 、 $RbF/BaCl_2$ 、 $RbF/LaCl_3$ 、 $RbF/CeCl_3$ 、 $RbF/PrCl_3$ 、 $RbF/NdCl_3$ 、 $RbF/SmCl_3$ 、 $RbF/EuCl_3$ 、 $RbF/GdCl_3$ 、 $RbF/TbCl_3$ 、 $RbF/DyCl_3$ 、 $RbF/HCl_3$ 、 $RbF/ErCl_3$ 、 $RbF/TmCl_3$ 、 $RbF/YbCl_3$ 、 $RbF/LuCl_3$ 、 $RbF/YCl_3$ 、 $CsF/MgCl_2$ 、 $CsF/CaCl_2$ 、 $CsF/SrCl_2$ 、 $CsF/BaCl_2$ 、 $CsF/LaCl_3$ 、 $CsF/CeCl_3$ 、 $CsF/PrCl_3$ 、 $CsF/NdCl_3$ 、 $CsF/SmCl_3$ 、 $CsF/EuCl_3$ 、 $CsF/GdCl_3$ 、 $CsF/TbCl_3$ 、 $CsF/DyCl_3$ 、 $CsF/HCl_3$ 、 $CsF/ErCl_3$ 、 $CsF/TmCl_3$ 、 $CsF/YbCl_3$ 、 $CsF/LuCl_3$ 、 $CsF/YCl_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0101】

また、第1層/第2層が1価金属/2価又は3価金属であって、酸化物/塩化物である場合には、 $Li_2 O/MgCl_2$ 、 $Li_2 O/CaCl_2$ 、 $Li_2 O/SrCl_2$ 、 $Li_2 O/BaCl_2$ 、 $Li_2 O/LaCl_3$ 、 $Li_2 O/CeCl_3$ 、 $Li_2 O/PrCl_3$ 、 $Li_2 O/NdCl_3$ 、 $Li_2 O/SmCl_3$ 、 $Li_2 O/EuCl_3$ 、 $Li_2 O/GdCl_3$ 、 $Li_2 O/TbCl_3$ 、 $Li_2 O/DyCl_3$ 、 $Li_2 O/HoCl_3$ 、 $Li_2 O/ErCl_3$ 、 $Li_2 O/TmCl_3$ 、 $Li_2 O/YbCl_3$ 、 $Li_2 O/LuCl_3$ 、 $Li_2 O/YCl_3$ 、 $Na_2 O/MgCl_2$ 、 $Na_2 O/CaCl_2$ 、 $Na_2 O/SrCl_2$ 、 $Na_2 O/BaCl_2$ 、 $Na_2 O/LaCl_3$ 、 $Na_2 O/CeCl_3$ 、 $Na_2 O/PrCl_3$ 、 $Na_2 O/NdCl_3$ 、 $Na_2 O/SmCl_3$ 、 $Na_2 O/EuCl_3$ 、 $Na_2 O/GdCl_3$ 、 $Na_2 O/TbCl_3$ 、 $Na_2 O/DyCl_3$ 、 $Na_2 O/HoCl_3$ 、 $Na_2 O/ErCl_3$ 、 $Na_2 O/TmCl_3$ 、 $Na_2 O/YbCl_3$ 、

$\text{Na}_2\text{O}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{YCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{MgCl}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{SrCl}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{BaCl}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}/\text{YCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{MgCl}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{SrCl}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{BaCl}_2$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{O}/\text{YCl}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

### 【0102】

また、第1層/第2層が1価金属/2価又は3価金属であって、塩化物/塩化物である場合には、 $\text{LiCl}/\text{MgCl}_2$ 、 $\text{LiCl}/\text{CaCl}_2$ 、 $\text{LiCl}/\text{SrCl}_2$ 、 $\text{LiCl}/\text{BaCl}_2$ 、 $\text{LiCl}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{LiCl}/\text{YCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{MgCl}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{CaCl}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{SrCl}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{BaCl}_2$ 、 $\text{NaCl}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{NaCl}/\text{YCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{MgCl}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{CaCl}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{SrCl}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{BaCl}_2$ 、 $\text{KCl}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{KCl}/\text{YCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{MgCl}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{CaCl}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{SrCl}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{BaCl}_2$ 、 $\text{RbCl}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{RbCl}/\text{YCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{CaCl}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{SrCl}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{BaCl}_2$ 、 $\text{CsCl}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{CsCl}/\text{YCl}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

### 【0103】

また、第1層/第2層が2価金属/3価金属であって、フッ化物/フッ化物である場合には、 $\text{MgF}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{YbF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{MgF}_2/\text{YF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{YbF}_3$



3、 $\text{CaF}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{CaF}_2/\text{YF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{YbF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{SrF}_2/\text{YF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{YbF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{BaF}_2/\text{YF}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0104】

また、第1層/第2層が2価金属/3価金属であって、塩化物/フッ化物である場合には、 $\text{MgCl}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{YbF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{MgCl}_2/\text{YF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{YbF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{CaCl}_2/\text{YF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{YbF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{SrCl}_2/\text{YF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{LaF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{CeF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{PrF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{NdF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{SmF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{EuF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{GdF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{TbF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{DyF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{HoF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{ErF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{TmF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{YbF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{LuF}_3$ 、 $\text{BaCl}_2/\text{YF}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0105】

また、第1層/第2層が2価金属/3価金属であって、酸化物/フッ化物である場合には、 $\text{MgO}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{YF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{YF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{SrO}/\text{YF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{CeF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{PrF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{NdF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{SmF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{EuF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{GdF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{DyF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{HoF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{TmF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{YbF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{LuF}_3$ 、 $\text{BaO}/\text{YF}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0106】

また、第1層/第2層が2価金属/3価金属であって、酸化物/塩化物である場合には、 $\text{MgO}/\text{LaCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{CeCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{PrCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{NdCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{SmCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{EuCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{GdCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{TbCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{DyCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{HoCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{ErCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{TmCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{YbCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{LuCl}_3$ 、 $\text{MgO}/\text{YCl}_3$ 、 $\text{CaO}/\text{LaCl}_3$ 、

CaO/CeCl<sub>3</sub>、CaO/PrCl<sub>3</sub>、CaO/NdCl<sub>3</sub>、CaO/SmCl<sub>3</sub>、CaO/EuCl<sub>3</sub>、CaO/GdCl<sub>3</sub>、CaO/TbCl<sub>3</sub>、CaO/DyCl<sub>3</sub>、CaO/HoCl<sub>3</sub>、CaO/ErCl<sub>3</sub>、CaO/TmCl<sub>3</sub>、CaO/YbCl<sub>3</sub>、CaO/LuCl<sub>3</sub>、CaO/YCl<sub>3</sub>、SrO/LaCl<sub>3</sub>、SrO/CeCl<sub>3</sub>、SrO/PrCl<sub>3</sub>、SrO/NdCl<sub>3</sub>、SrO/SmCl<sub>3</sub>、SrO/EuCl<sub>3</sub>、SrO/GdCl<sub>3</sub>、SrO/TbCl<sub>3</sub>、SrO/DyCl<sub>3</sub>、SrO/HoCl<sub>3</sub>、SrO/ErCl<sub>3</sub>、SrO/TmCl<sub>3</sub>、SrO/YbCl<sub>3</sub>、SrO/LuCl<sub>3</sub>、SrO/YCl<sub>3</sub>、BaO/LaCl<sub>3</sub>、BaO/CeCl<sub>3</sub>、BaO/PrCl<sub>3</sub>、BaO/NdCl<sub>3</sub>、BaO/SmCl<sub>3</sub>、BaO/EuCl<sub>3</sub>、BaO/GdCl<sub>3</sub>、BaO/TbCl<sub>3</sub>、BaO/DyCl<sub>3</sub>、BaO/HoCl<sub>3</sub>、BaO/ErCl<sub>3</sub>、BaO/TmCl<sub>3</sub>、BaO/YbCl<sub>3</sub>、BaO/LuCl<sub>3</sub>、BaO/YCl<sub>3</sub>、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

#### 【0107】

また、第1層/第2層が2価金属/3価金属であって、酸化物/酸化物である場合には、MgO/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/CeO<sub>2</sub>、MgO/Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/CeO<sub>2</sub>、CaO/Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/CeO<sub>2</sub>、SrO/Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/CeO<sub>2</sub>、BaO/Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Tb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

また、第1層及び第2層のそれぞれの膜厚は、50～200nm程度であることが好ましい。

このように金属化合物を積層する順番を金属化合物の金属の価数の大小によって規定することにより、先に記載のEL表示装置と同様の効果が得られると共に、発光層に対する電子注入及び輸送は、金属の価数の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

#### 【0108】

(3. 金属化合物の金属のイオン半径の大小によって規定される順番)

ここでは、第1層よりも第2層の金属化合物の金属のイオン半径が大きくなる順列で各金属化合物が積層される。

従って、具体的な金属化合物の組み合わせとしては、LiF/SrF<sub>2</sub>、LiF/BaF<sub>2</sub>、LiF/CaF<sub>2</sub>、LiF/CsF、LiF/NaF、LiF/KF、MgF<sub>2</sub>/CaF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub>/SrF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub>/BaF<sub>2</sub>、CaF<sub>2</sub>/SrF<sub>2</sub>、SrF<sub>2</sub>/BaF<sub>2</sub>、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

また、第1層及び第2層のそれぞれの膜厚は、50～200nm程度であることが好ましい。

このように金属化合物を積層する順番を金属化合物の金属のイオン半径の大小によって規定することにより、先に記載のEL表示装置と同様の効果が得られると共に、発光層に対する電子注入及び輸送は、金属のイオン半径の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

## 【0109】

(4. 金属化合物の金属の仕事関数の大小によって規定される順番)

ここでは、第1層よりも第2層の金属化合物の金属の仕事関数が大きくなる順列で各金属化合物が積層される。

従って、具体的な金属化合物の組み合わせとしては、 $\text{LiF}/\text{MgF}_2$ 、 $\text{LiF}/\text{YF}_3$ 、 $\text{LiF}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{LiF}/\text{YF}_3$ 、 $\text{LiF}/\text{LaF}_3$ 、 $\text{LiF}/\text{TbF}_3$ 、 $\text{LiF}/\text{ErF}_3$ 、 $\text{CsF}/\text{RbF}$ 、 $\text{CsF}/\text{KF}$ 、 $\text{CsF}/\text{NaF}$ 、 $\text{CsF}/\text{LiF}$ 、 $\text{RbF}/\text{KF}$ 、 $\text{Rb}/\text{NaF}$ 、 $\text{RbF}/\text{LiF}$ 、 $\text{KF}/\text{NaF}$ 、 $\text{KF}/\text{LiF}$ 、 $\text{NaF}/\text{LiF}$ 、 $\text{SrF}_2/\text{BaF}_2$ 、 $\text{SrF}_2/\text{CaF}_2$ 、 $\text{SrF}_2/\text{MgF}_2$ 、 $\text{BaF}_2/\text{CaF}_2$ 、 $\text{CaF}_2/\text{MgF}_2$ 、 $\text{EuF}_3/\text{YF}_3$ 、 $\text{EuF}_3/\text{LaF}_3$ 、 $\text{EuF}_3/\text{CeF}_3$ 、 $\text{EuF}_3/\text{SmF}_3$ 、 $\text{EuF}_3/\text{GdF}_3$ 、 $\text{EuF}_3/\text{TbF}_3$ 、 $\text{EuF}_3/\text{ErF}_3$ 、 $\text{EuF}_3/\text{YbF}_3$ 、 $\text{SmF}_3/\text{YF}_3$ 、 $\text{SmF}_3/\text{LaF}_3$ 、 $\text{SmF}_3/\text{CeF}_3$ 、 $\text{SmF}_3/\text{GdF}_3$ 、 $\text{SmF}_3/\text{TbF}_3$ 、 $\text{SmF}_3/\text{ErF}_3$ 、 $\text{SmF}_3/\text{YbF}_3$ 、 $\text{YbF}_3/\text{YF}_3$ 、 $\text{YbF}_3/\text{LaF}_3$ 、 $\text{YbF}_3/\text{CeF}_3$ 、 $\text{YbF}_3/\text{GdF}_3$ 、 $\text{YbF}_3/\text{TbF}_3$ 、 $\text{YbF}_3/\text{ErF}_3$ 、 $\text{TbF}_3/\text{YF}_3$ 、 $\text{TbF}_3/\text{LaF}_3$ 、 $\text{TbF}_3/\text{CeF}_3$ 、 $\text{TbF}_3/\text{GdF}_3$ 、 $\text{TbF}_3/\text{ErF}_3$ 、 $\text{GdF}_3/\text{YF}_3$ 、 $\text{GdF}_3/\text{LaF}_3$ 、 $\text{GdF}_3/\text{CeF}_3$ 、 $\text{GdF}_3/\text{ErF}_3$ 、 $\text{ErF}_3/\text{YF}_3$ 、 $\text{ErF}_3/\text{LaF}_3$ 、 $\text{ErF}_3/\text{CeF}_3$ 、 $\text{LaF}_3/\text{YF}_3$ 、のいずれかの構成を採用することが好ましい。

また、第1層及び第2層のそれぞれの膜厚は、50～200 nm程度であることが好ましい。

このように金属化合物を積層する順番を金属化合物の金属の仕事関数の大小によって規定することにより、先に記載のEL表示装置と同様の効果が得られると共に、発光層に対する電子注入及び輸送は、金属の仕事関数の大小に起因して効率的に行われ、良好な発光特性を得ることができる。

## 【0110】

## 〔第3の実施形態〕

以下、第1の実施形態又は第2の実施形態のEL表示装置を備えた電子機器の具体例について図15に基づき説明する。

図15(a)は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図15(a)において、符号1000は携帯電話本体を示し、符号1001は前記のEL表示装置を用いた表示部を示している。

図15(b)は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図15(b)において、符号1100は時計本体を示し、符号1101は前記のEL表示装置を用いた表示部を示している。

図15(c)は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図15(c)において、符号1200は情報処理装置、符号1201はキーボードなどの入力部、符号1202は前記のEL表示装置を用いた表示部、符号1203は情報処理装置本体を示している。

## 【0111】

図15(a)～(c)に示すそれぞれの電子機器は、前記の第1の実施形態のEL表示装置を用いた表示部を備えたものであり、先の第1の実施形態のEL表示装置の特徴を有するので、好適な電子機器となる。

これらの電子機器を製造するには、第1又は第2の実施形態のEL表示装置1を、携帯電話、携帯型情報処理装置、腕時計型電子機器などの各種電子機器の表示部に組み込むことにより製造される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0112】

【図1】 第1の実施形態のEL表示装置の配線構造を示す模式図。

【図2】 第1の実施形態のEL表示装置の構成を示す平面図。

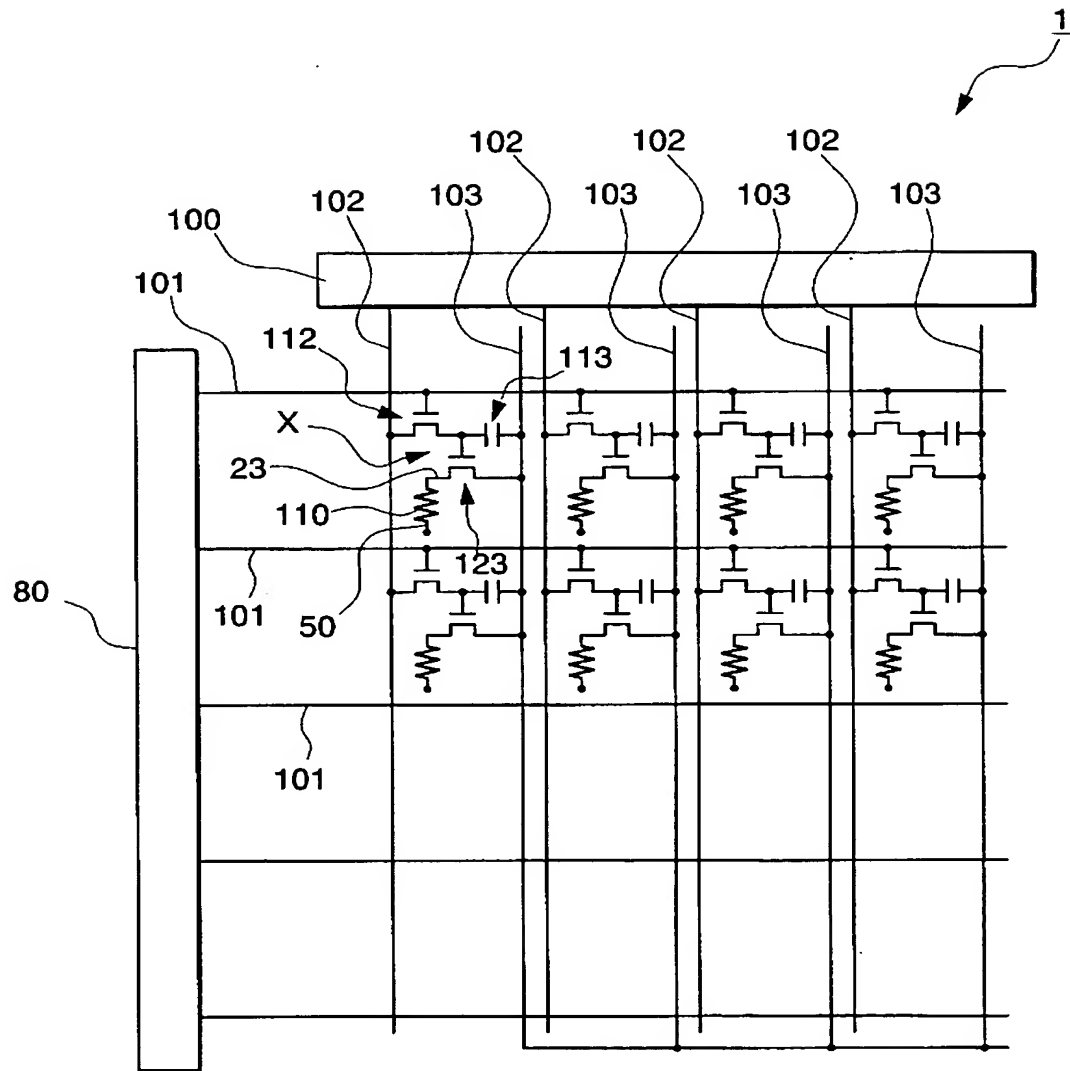
- 【図 3】 図 2 の A - B 線に沿う断面図。
- 【図 4】 図 2 の C - D 線に沿う断面図。
- 【図 5】 図 3 の要部拡大断面図。
- 【図 6】 第 1 の実施形態の E L 表示装置の製造方法の工程図。
- 【図 7】 第 1 の実施形態の E L 表示装置の製造方法の工程図。
- 【図 8】 第 1 の実施形態の E L 表示装置の製造方法の工程図。
- 【図 9】 第 1 の実施形態の E L 表示装置の製造方法の工程図。
- 【図 1 0】 第 1 の実施形態の E L 表示装置の製造方法の工程図。
- 【図 1 1】 第 1 の実施形態の E L 表示装置を製造する蒸着装置。
- 【図 1 2】 電子注入層 5 2 を構成する金属材料の一例の各種特性を示す図。
- 【図 1 3】 電子注入層 5 2 を構成する金属材料の一例の各種特性を示す図。
- 【図 1 4】 電子注入層 5 2 を構成する金属化合物の一例の融点を示す図
- 【図 1 5】 第 3 の実施形態の電子機器の実施の形態例を示す図。

【符号の説明】

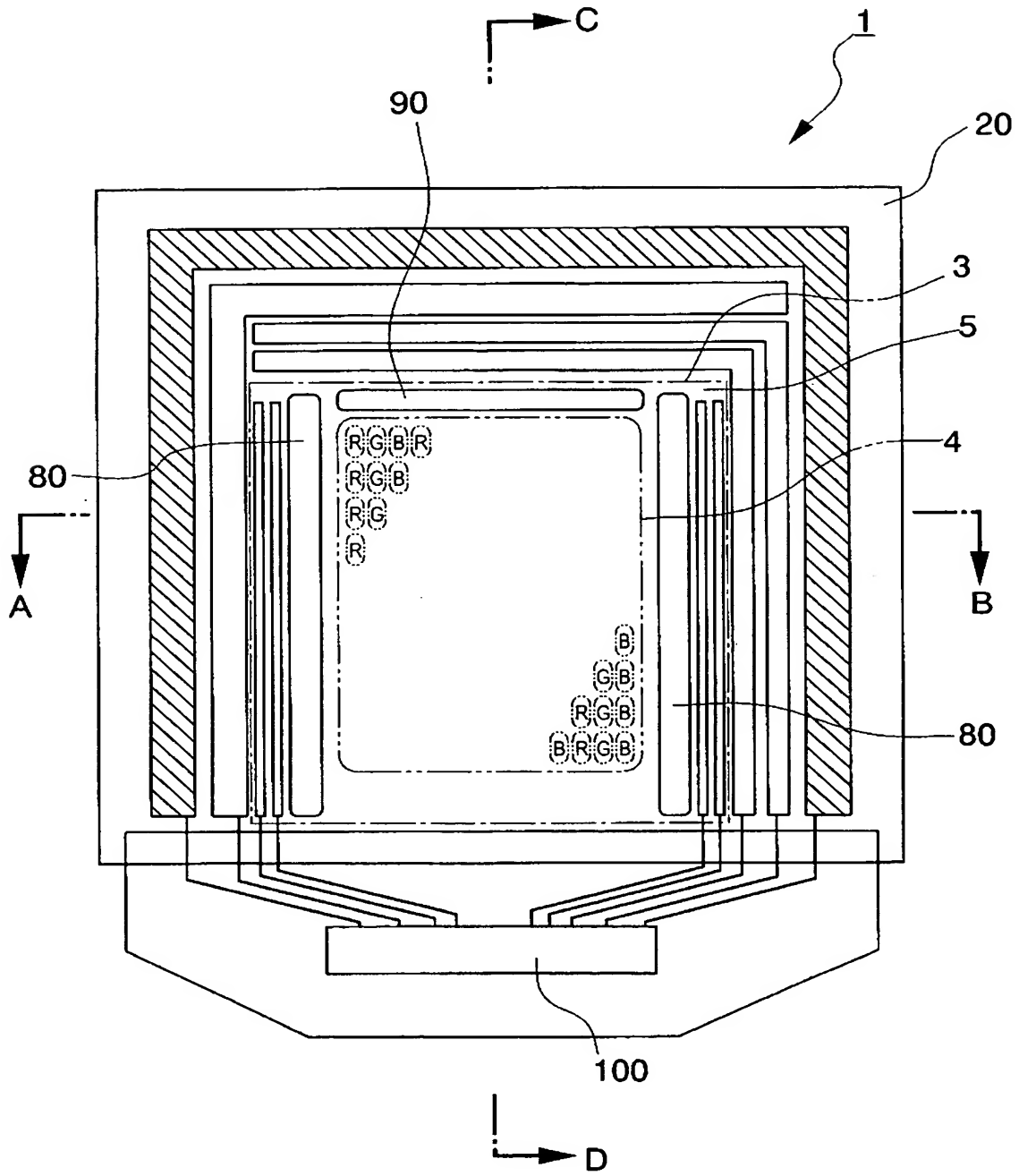
【 0 1 1 3 】

- 1 … E L 表示装置（電気光学装置）
- 2 3 … 画素電極（電極）
- 5 0 … 陰極（電極）
- 5 2 … 電子注入層
- 6 0 … 有機 E L 層（発光層）
- 1 0 0 0、1 1 0 0、1 2 0 0 … 電子機器

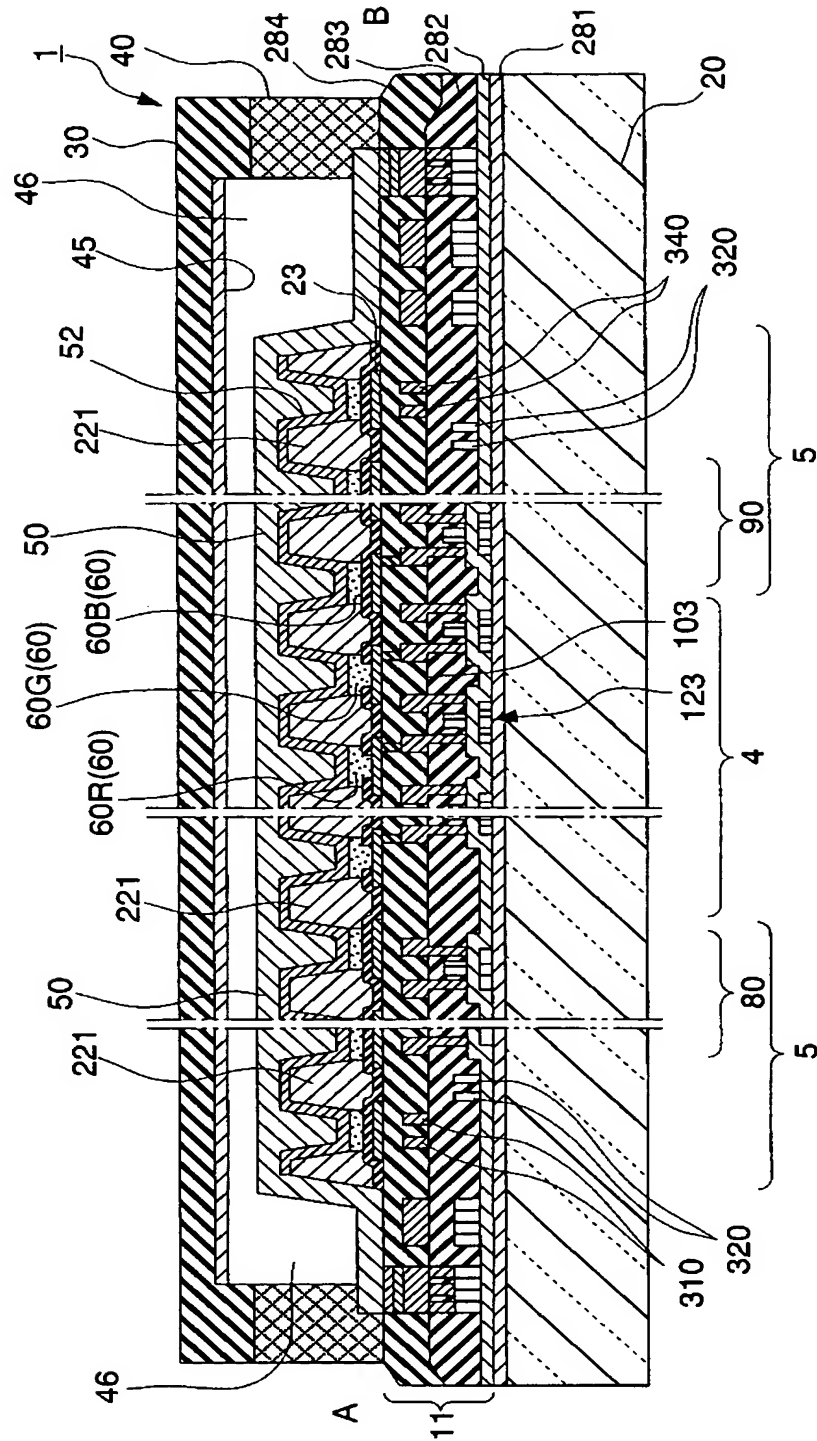
【書類名】 図面  
【図 1】



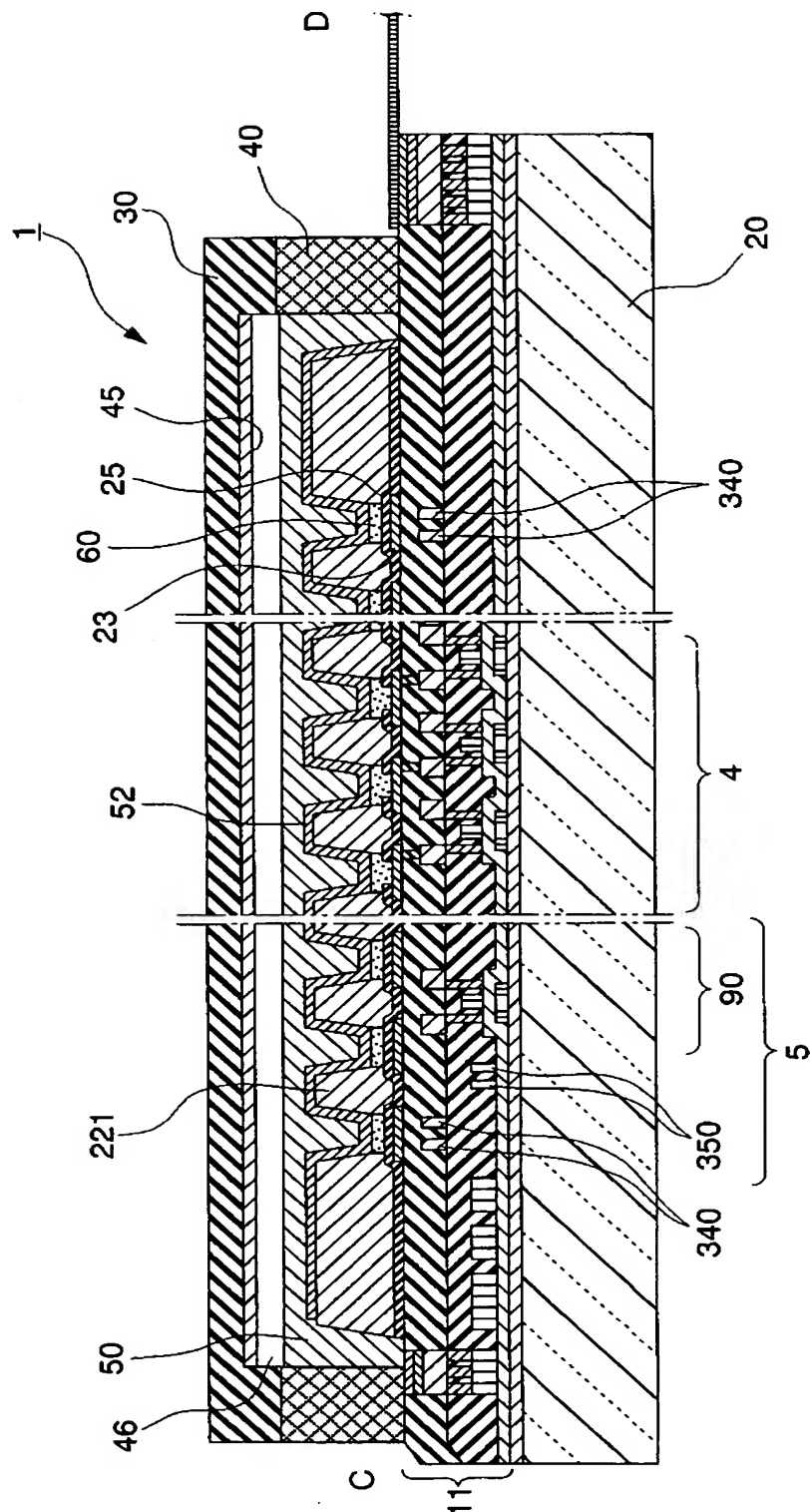
【図 2】



【図 3】

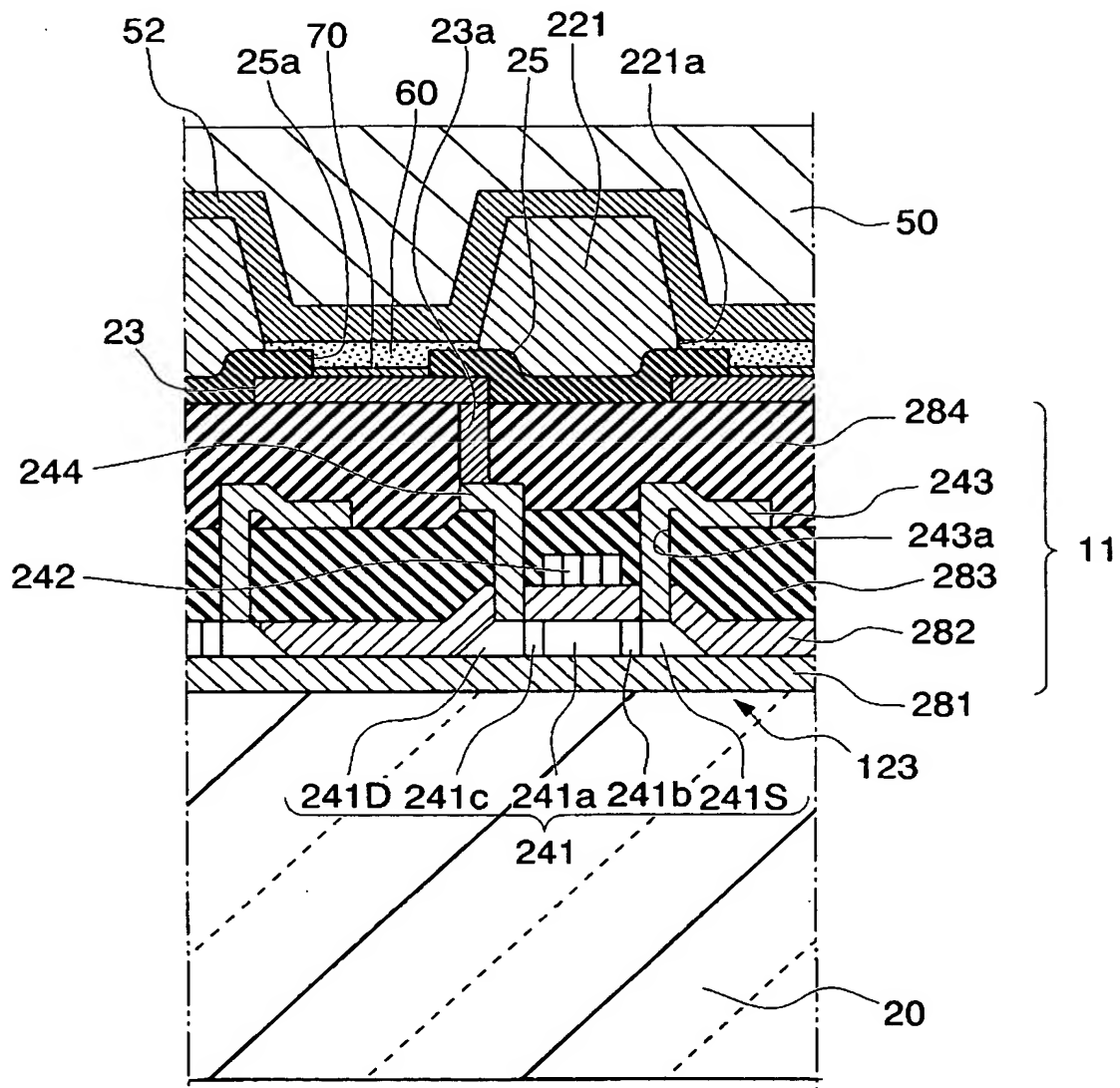


【図 4】

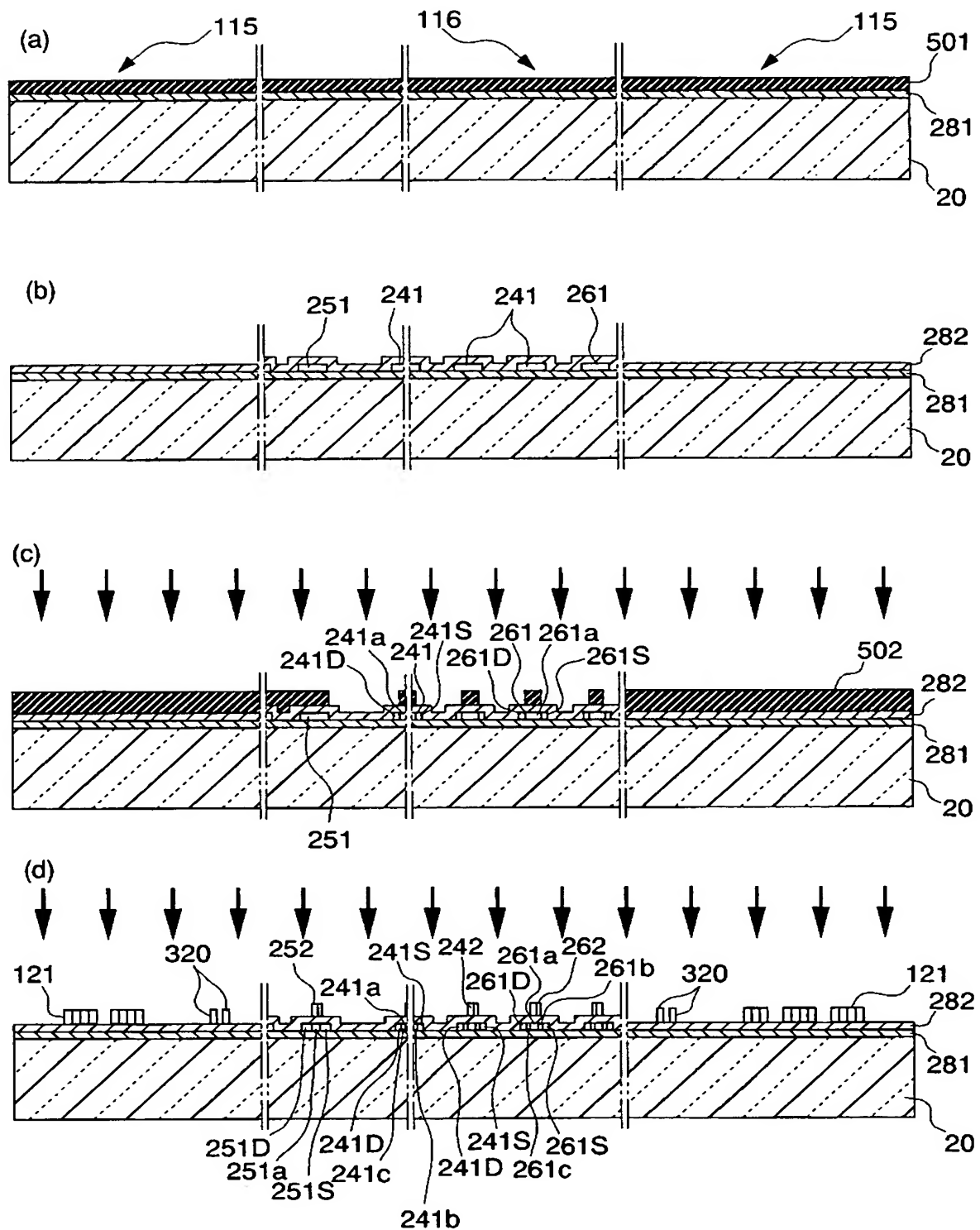




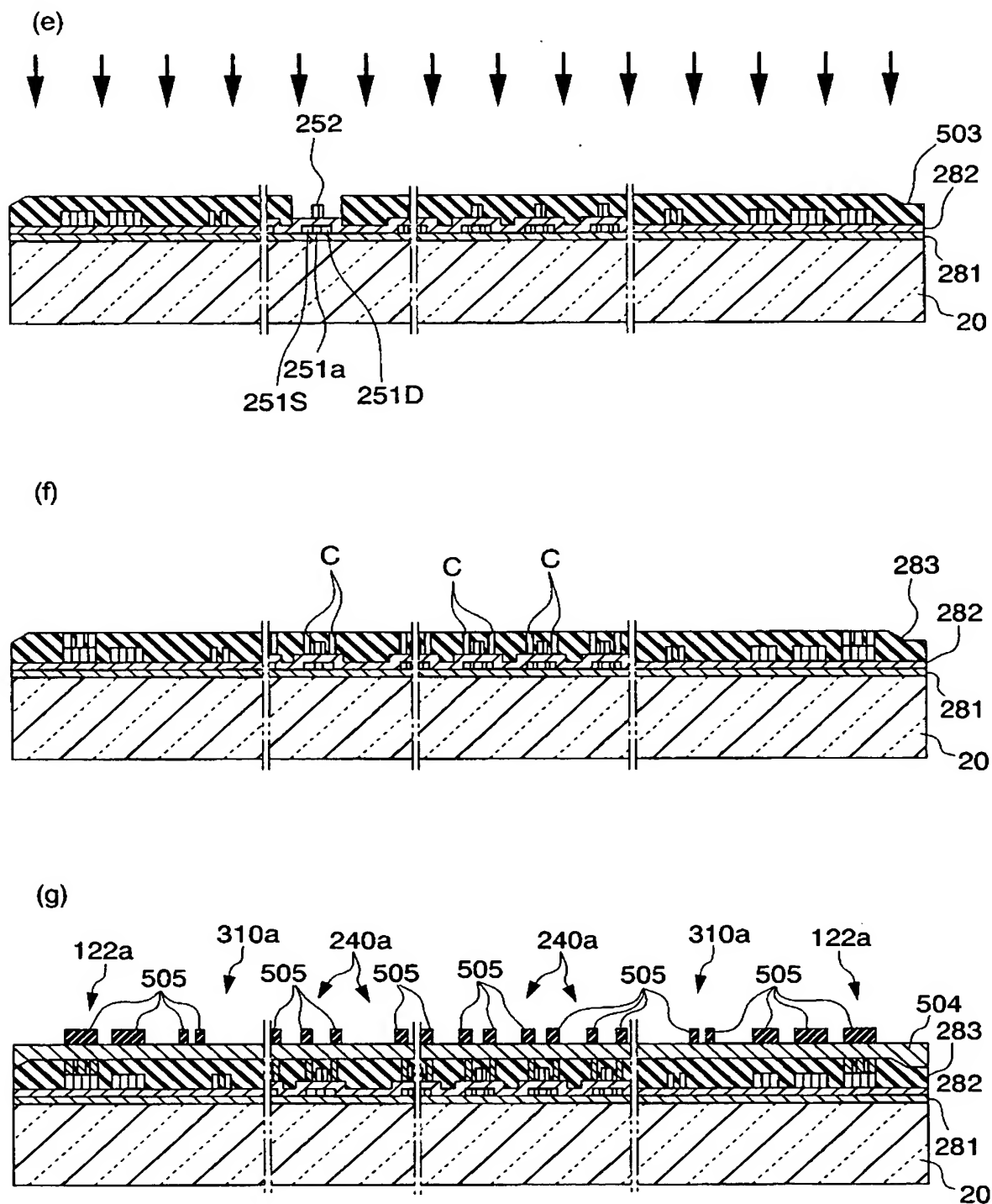
【図 5】



【図 6】

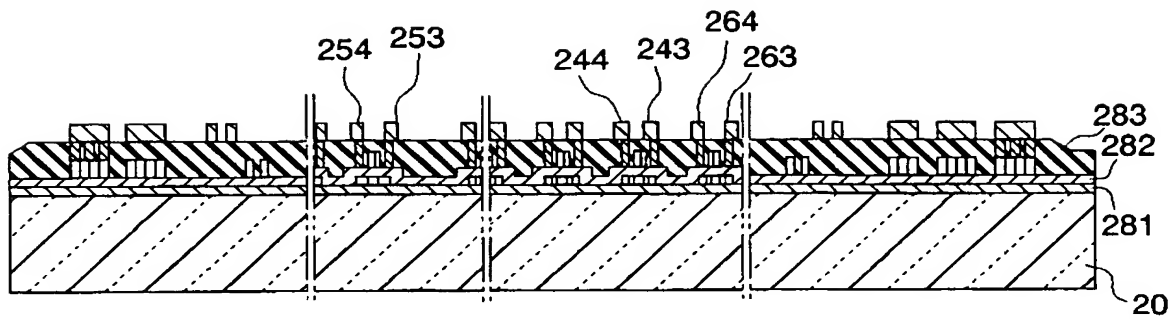


【図 7】

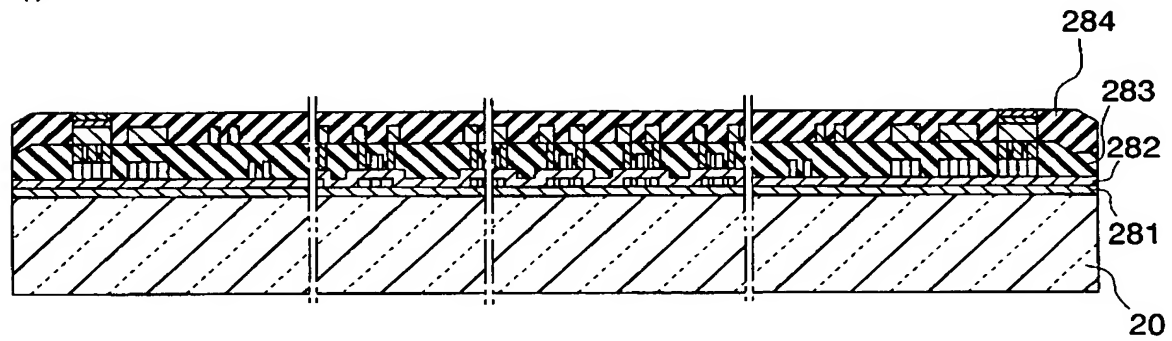


【図 8】

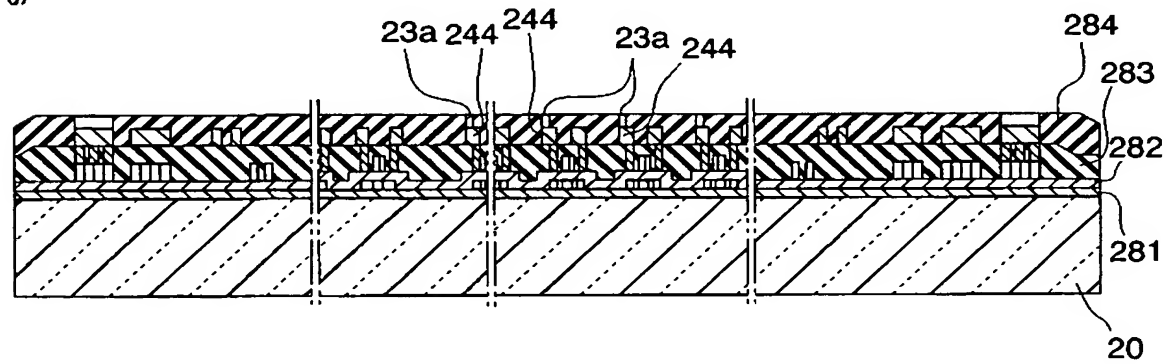
(h)



(i)

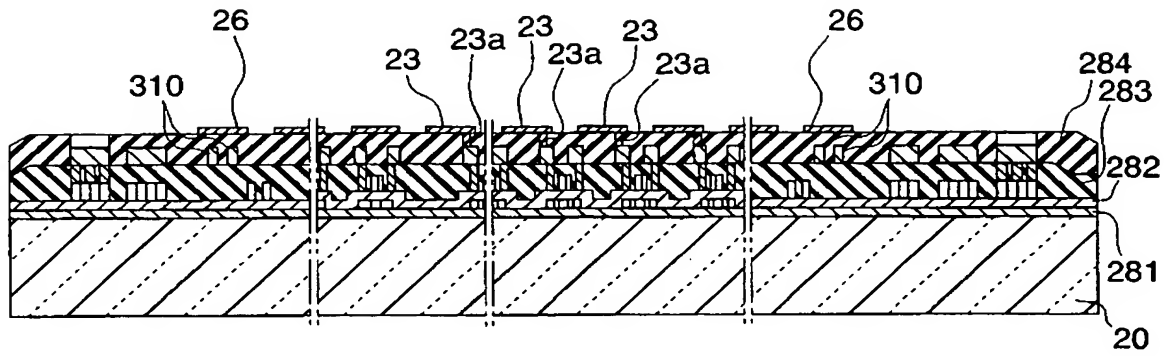


(j)

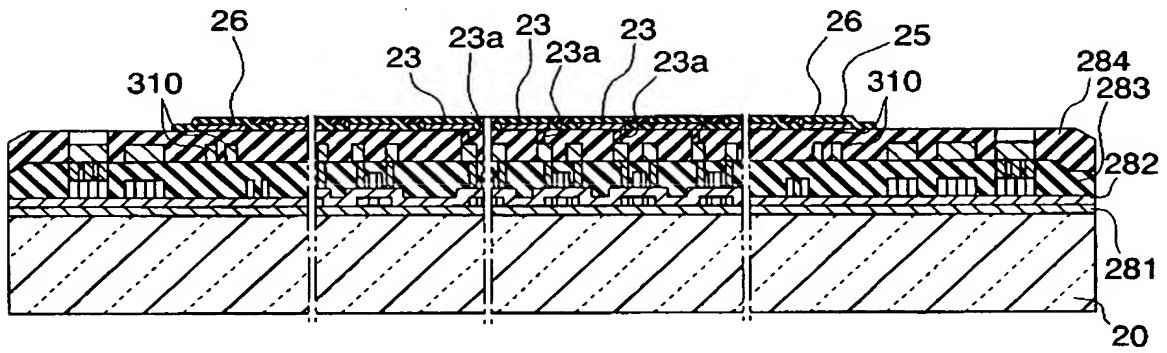


【図 9】

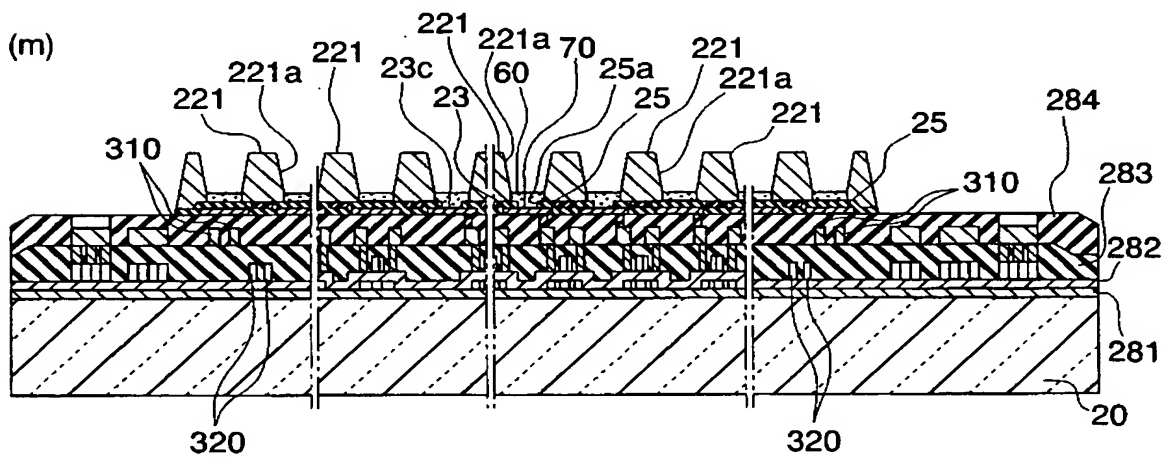
(k)



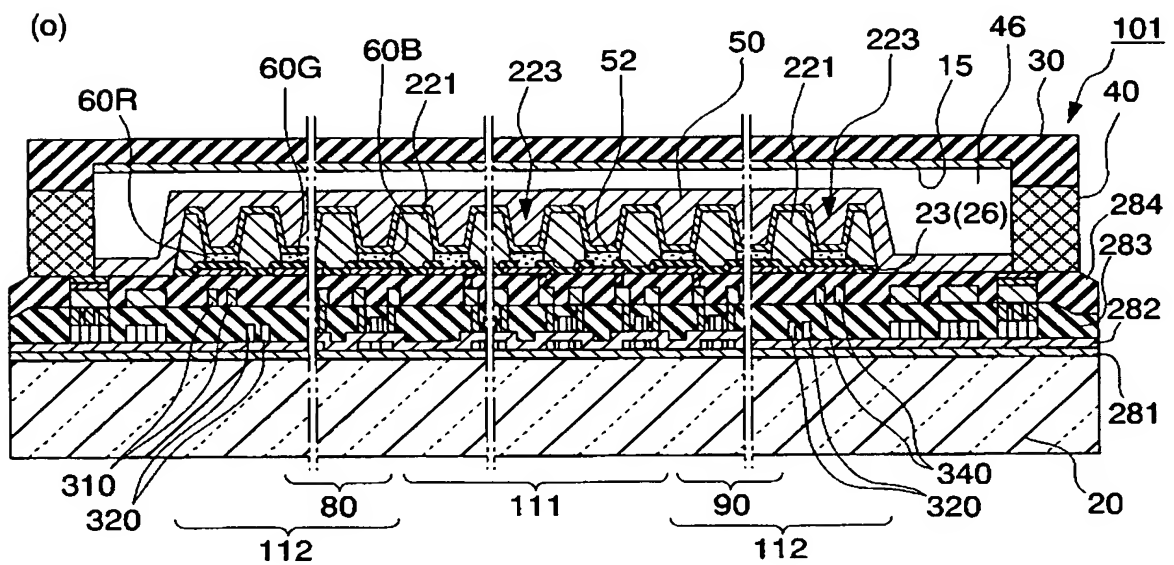
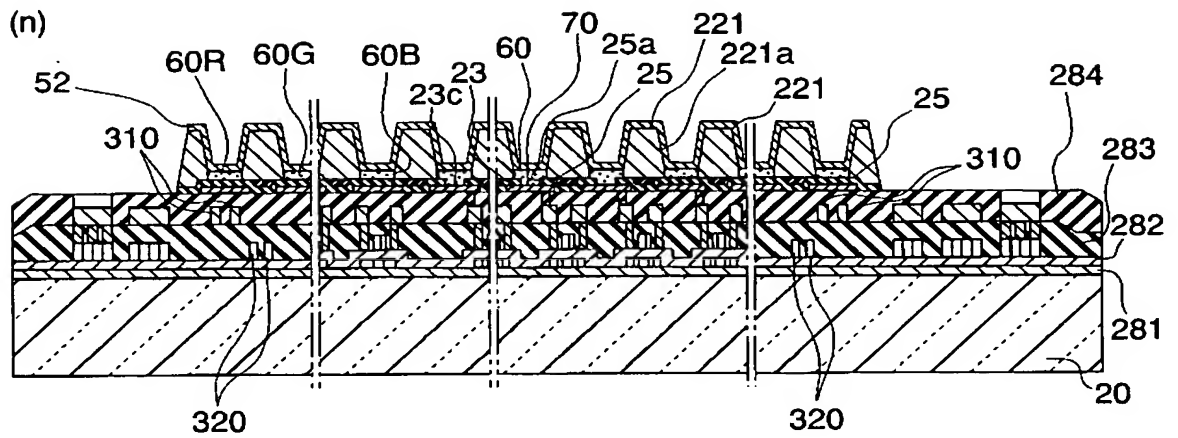
(l)



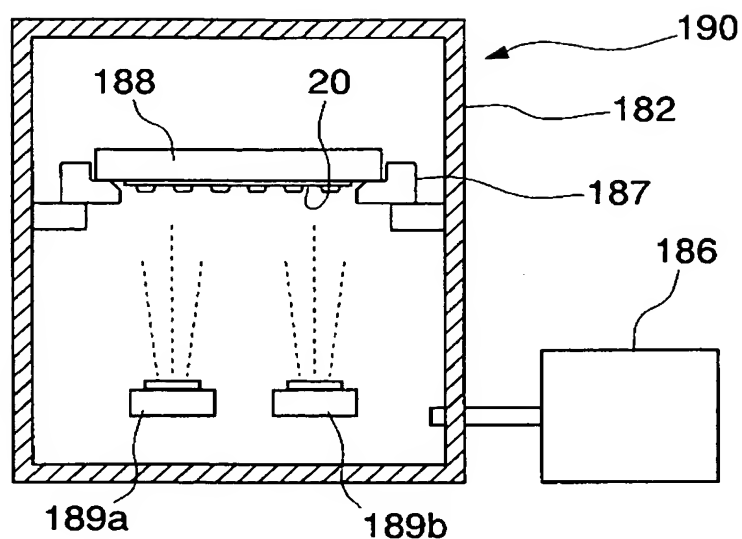
(m)



【図 10】



【図 11】



【図 12】

## アルカリ金属 (1 価)

Elements	W.F. (eV)	第 1 イオン 化 エ ネ ル ギ ー	m.p.(°C)	b.p.(°C)	金属結合 半径 A
Li	2.9	5.39	180	1347	1.52
Na	2.75	5.13	97	882.9	1.86
K	2.3	4.33	63	774	2.27
Rb	2.16	4.17	38.9	688	1.52
Cs	2.14	3.89	28.4	678	2.65

## アルカリ土類金属 (2 価)

Elements	W.F. (eV)	第 1 イオン 化 エ ネ ル ギ ー	m.p.(°C)	b.p.(°C)	金属結合 半径 A
Mg	3.66	7.64	648	1090	1.6
Ca	2.87	6.11	839	1480	1.97
Sr	2.59	5.62	769	1384	2.15
Ba	2.7	5.21	725	1640	2.22

## 希土類 (3 価)

Elements	W.F. (eV)	第 1 イオン 化 エ ネ ル ギ ー	m.p.(°C)	b.p.(°C)	金属結合 半径 A
Y	3.1		1523	3338	
La	3.5		920	3457	
Ce	2.9		798	3426	
Sm	2.7	5.64	1072	1791	1.8
Eu	2.5		822	1597	
Gd	3.1		1311	3266	
Tb	3		1360	3123	
Er	3.2		1522	2863	
Yb	2.6*	6.22	824	1193	1.94

【図 13】

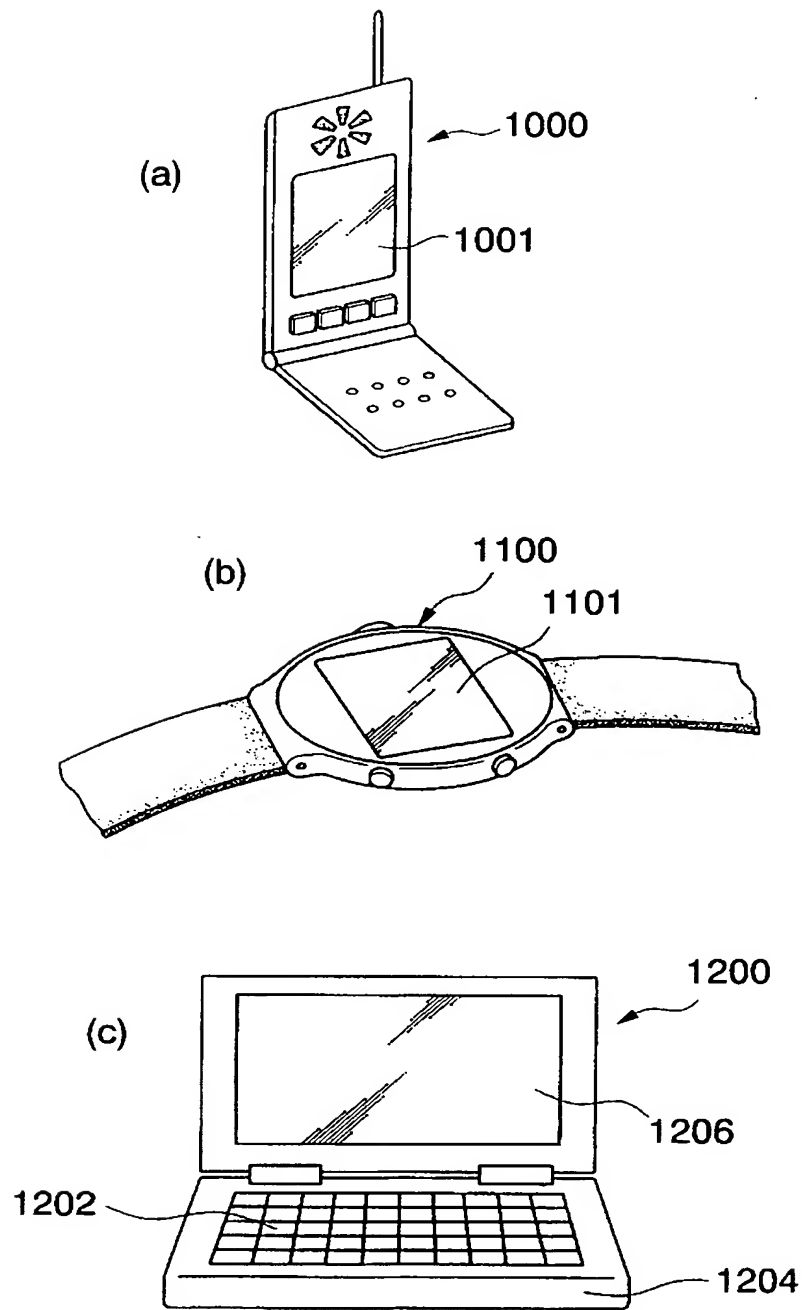
	元素	原子半径 (Å)	仕事関数 (eV)	密度 (density)
	Al	1.43	4.28	2.69
	Ag	1.44	4.26	10.49
希土類金属	Yb	1.94	2.6	6.9
	Sm	1.8	2.7	7.53
アルカリ金属	Li	1.52	2.9	0.53
	Na	1.86	2.75	0.971
	K	2.27	2.3	0.862
	Rb	1.52	2.16	1.53
	Cs	2.65	2.14	1.87
アルカリ土類金属	Mg	1.6	3.66	1.73
	Ca	1.97	2.87	1.55
	Sr	2.15	2.59	2.63
	Ba	2.22	2.7	3.62

【図 14】

フッ化物	m.p. °C	酸化化物	m.p. °C	塩化化物	m.p. °C
LiF	870	Li <sub>2</sub> O	1427	LiCl	
NaF	988	Na <sub>2</sub> O		NaCl	800
KF	858	K <sub>2</sub> O		KCl	
RbF	775	Rb <sub>2</sub> O		RbCl	718
CsF	682	Cs <sub>2</sub> O		CsCl	645
MgF <sub>2</sub>	1200	MgO	2800	MgCl <sub>2</sub>	
CaF <sub>2</sub>	1360	CaO	2570	CaCl <sub>2</sub>	
SrF <sub>2</sub>	1190	SrO	2430	SrCl <sub>2</sub>	
BaF <sub>2</sub>	1280	BaO	1920	BaCl <sub>2</sub>	963



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子注入層及び陰極を基板に対して一様に形成し、R G Bそれぞれの有機E L層の発光特性を向上させる電気光学装置及びその製造方法、並びに電子機器を提供すること。

【解決手段】 対向する電極間2 3、5 0に、異なる発光色を示す複数種類の発光層6 0と、電子注入層5 2とが形成された電気光学装置であって、電子注入層5 2は、複数の金属化合物によって形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図5

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-417953
受付番号	50302068422
書類名	特許願
担当官	駒崎 利徳 8640
作成日	平成 15 年 12 月 25 日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

## 【代理人】 申請人

【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特 許事務所
【氏名又は名称】	西 和哉

## 【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特 許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特 許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

特願 2 0 0 3 - 4 1 7 9 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社